

ARTUR CARON MOTTIN (ORG.)

COLETÂNEA DE PESQUISA NO IFMG CAMPUS CONGONHAS 2014-2018

ARTUR CARON MOTTIN (ORG.)

COLETÂNEA DE PESQUISA NO IFMG
CAMPUS CONGONHAS 2014-2018

Este livro reúne artigos de pesquisas realizadas ao longo de cinco anos, entre 2014 e 2018, realizadas no IFMG Campus Congonhas perpassando as diversas áreas de conhecimento da instituição.

O IFMG Campus Congonhas é uma instituição de ensino gratuita, vinculada ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Oferece Cursos Técnicos Integrados e Subsequentes em Edificações, Mecânica e Mineração e Cursos de Graduação em Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção, além de Licenciatura e Física e Letras.

Tem como missão promover a educação básica, profissional e superior, nos diferentes níveis e modalidades, em benefício da sociedade. Anualmente, cerca de 1.200 alunos circulam pela instituição voltada para a formação de profissionais qualificados para atuar no mercado de trabalho.

A atuação do IFMG Campus Congonhas é estruturada na indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, se comprometendo com a valorização do aprendizado por meio do desenvolvimento de habilidades e competências e da geração de conhecimentos humanísticos, científicos e tecnológicos.



Coletânea de Pesquisa no IFMG

Campus Congonhas 2014-2018

GPIPG

Gerência de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus Congonhas*



Prof. Ms. Gil Barreto Ribeiro (PUC Goiás)
Diretor Editorial
Presidente do Conselho Editorial

Dr. Cristiano S. Araujo
Assessor

Engenheira Larissa Rodrigues Ribeiro Pereira
Diretora Administrativa
Presidente da Editora

CONSELHO EDITORIAL

Profa. Dra. Solange Martins Oliveira Magalhães (UFG)
Profa. Dra. Rosane Castilho (UEG)
Profa. Dra. Helenides Mendonça (PUC Goiás)
Prof. Dr. Henryk Siewierski (UNB)
Prof. Dr. João Batista Cardoso (UFG - Catalão)
Prof. Dr. Luiz Carlos Santana (UNESP)
Profa. Ms. Margareth Leber Macedo (UFT)
Profa. Dra. Marilza Vanessa Rosa Suanno (UFG)
Prof. Dr. Nivaldo dos Santos (PUC Goiás)
Profa. Dra. Leila Bijos (UnB)
Prof. Dr. Ricardo Antunes de Sá (UFPR)
Profa. Dra. Telma do Nascimento Durães (UFG)
Profa. Dra. Terezinha Camargo Magalhães (UNEB)
Profa. Dra. Christiane de Holanda Camilo (UNITINS/UFG)
Profa. Dra. Elisangela Aparecida Perereira de Melo (UFT)



INSTITUTO FEDERAL
Minas Gerais
Campus Congonhas

Instituto Federal de Minas Gerais

Kléber Gonçalves Glória
Reitor

Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Congonhas

Joel Donizete Martins
Diretor Geral

Robert Cruzoaldo Maria
Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão

Artur Caron Mottin
Gerência de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação

COORDENAÇÃO GERAL

Gerência de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação

COMISSÃO DE PESQUISA E EXTENSÃO

Artur Caron Mottin
Gisélia Maria Campos Ribeiro
Gustavo Pereira Pessoa
Robert Cruzoaldo Maria
Sandalo Salgado Ribeiro
Sandro Coelho Costa
Thaís Campos Maria
Vivienne Denise Falcão

Artur Caron Mottin

Organizador

**Coletânea de Pesquisa no IFMG
*Campus Congonhas 2014-2018***

1^a edição

Congonhas - Minas Gerais

Editora Espaço Acadêmico

- 2018 -

Copyright © 2018 by Artur Caron Mottin

Editora Espaço Acadêmico

Endereço: Rua do Saveiro, Quadra 15 Lote 22, Casa 2
Jardim Atlântico - CEP: 74.343-510 - Goiânia/Goiás
CNPJ: 21.538.101/0001-90
Site: <http://editoraespacoacademico.com.br/>

Contatos:

Prof. Gil Barreto - (62) 98106-1119 / (62) 3946-1080
Larissa Pereira - (62) 98230-1212

Editoração: Franco Jr.

CIP - Brasil - Catalogação na Fonte

C694 Coletânea de pesquisa no IFMG campus Congonhas : 2014-2018 / Organizador Artur Caron Mottin. – 1^a ed. – Congonhas [MG] : Editora Espaço Acadêmico, 2018.
489 p.

Inclui referências bibliográficas
ISBN: 978-85-5440-233-4

1. Conhecimento – produção. 2. Produção de conhecimento – UFMG. I. Mottin, Artur Caron (org.).

CDU 165

O conteúdo da obra e sua revisão são de total responsabilidade dos autores.

DIREITOS RESERVADOS

É proibida a reprodução total ou parcial da obra, de qualquer forma ou por qualquer meio, sem a autorização prévia e por escrito dos autores. A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Impresso no Brasil | *Printed in Brazil*
2018

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 11

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE MODELOS MECÂNICOS
E DIDÁTICOS EM AMBIENTE VIRTUAL 13

Lucas do Amaral Faria

Giuliano Siniscalchi Martins,

Bruno Ferreira, Gustavo Cordeiro Souza

Leonardo Pereira

A EXPLORAÇÃO MINERAL EM CONGONHAS A PARTIR DE
PEÇAS DO MUSEU DE MINERALOGIA: UMA HISTÓRIA EM
OURO, PEDRA E FERRO 19

Luciano da Silva Moreira

CONSUMO SUSTENTÁVEL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA
DE 2000 A 2018 41

Camila Gonçalves Castro

Ana Clara de Souza Oliveira Pereira

Bruno Luiz Oliveira Campos

Dryelle Rodrigues Freitas

ANÁLISE DA REDUÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA EM
COMPÓSITOS A BASE DE CIMENTO COM INCORPORAÇÃO
DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ISOPOR) 59

Leonardo Augusto Simões Vieira de Moura,

Raelly Atena de Cerqueira Braga

Maria Angélica Vieira Pinto

Rafael Simões Vieira de Moura

ANÁLISE DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM EMPRESAS DO SETOR TÊXTIL E VESTUÁRIO: UM ESTUDO COMPARATIVO LUSO- BRASILEIRO	72
<i>Amanda Daniele de Carvalho</i> <i>Larissa Diniz Nazareth</i> <i>Renata Veloso Santos Policarpo</i>	
APRENDIZAGEM A PARTIR DE EXPERIMENTOS: UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA NO ENSINO DE FÍSICA.....	91
<i>Maria Luiza Guimarães Dias dos Santos,</i> <i>Gisélia Maria Campos Ribeiro</i>	
AS NOVAS CONFIGURAÇÕES DO ENSINO SUPERIOR: UMA ANÁLISE DA SITUAÇÃO DOS TECNÓLOGOS	111
<i>Matheus Faleiros Silva</i> <i>Thadyanara Wanessa Martinelli Oliveira</i>	
LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO FÍSICA: DIAGNÓSTICO SOBRE APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE DE SERVIDORES DO IFMG CAMPUS CONGONHAS	133
<i>Daniel Rodrigues Andrade</i> <i>Lucas Oliveira Souza Costa</i> <i>Paulo Vitor Silva Augusto</i> <i>Marcelly de Almeida Esperidião</i> <i>Inara Leone Evangelista</i> <i>Rodrigo de Oliveira Gomes</i>	
METODOLOGIA SEIS SIGMA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	170
<i>Ana Luiza Cordeiro Pereira</i> <i>Paulo Victor Santana,</i> <i>Nathália Daniela Ribeiro</i> <i>Renata Veloso S. Policarpo</i>	

AVALIAÇÃO DE TENSÃO-DEFORMAÇÃO NA CORRELAÇÃO NUMÉRICA E EXPERIMENTAL DE UMA LIGA DE AÇO	182
<i>Tiago Simão Ferreira</i>	
<i>Darllan Hygor de Paiva Souza</i>	
<i>Diógenes Sena de França e Silva</i>	
<i>Timóteo Simão Ferreira</i>	
<i>Bruno Cesar Pockszewnicki</i>	
 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTALAÇÕES INDUSTRIAS.....	202
<i>Marco Antônio Sabará</i>	
<i>Caio Vinícius Leão Sabará</i>	
 AUMENTO DA AUTONOMIA DE UM VEÍCULO MINI-BAJA POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DE UM CUBO DE RODA USANDO SIMULAÇÃO NUMÉRICA	216
<i>Tiago Simão Ferreira</i>	
<i>Diógenes Sena de França e Silva</i>	
<i>Gustavo Magela Melchiades</i>	
<i>Timóteo Simão Ferreira</i>	
<i>Reginaldo Alves Almeida</i>	
 A AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS SOB A ÓTICA DE DISCENTES DO PRIMEIRO ANO DA LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO BÁSICA DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA - PORTUGAL	231
<i>Guilherme Henrique Rezende Bittencourt</i>	
<i>Gisélia Maria Campos Ribeiro, Adorinda</i>	
<i>Maria R. P. Santos Gonçalves</i>	
 HEFESTUS: ANÁLISE E SELEÇÃO DE MATERIAIS NO PROJETO DE ROBÔ DE COMPETIÇÃO UTILIZANDO MODELAMENTO CAD 3D	250
<i>Ana Paula Andrade Rodrigues</i>	
<i>Daphne Lorane Santos Nascimento Oyarce</i>	
<i>Kelly Teixeira Borges</i>	
<i>Luan Marcel Costa Vasconcelos</i>	
<i>Artur Caron Mottin</i>	

AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS E METODOLOGIAS EXISTENTES PARA TRANSFORMAR O IFMG CAMPUS CONGONHAS - MG EM ESCOLA VERDE AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL	277
<i>Camila Amorim Araújo Magalhães</i>	
<i>Thiago Henrique Oliveira Silva</i>	
<i>Maria Angélica Vieira Pinto</i>	
<i>Henor Artur de Souza</i>	
<i>José Francisco de Prado Filho</i>	
ELABORAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS MULTISENSORIAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS	291
<i>Ana Rachel Carvalho Leão</i>	
<i>Arilson Paganotti</i>	
<i>Crislayne Aparecida Modesto Reis</i>	
<i>Douglas de Oliveira Assis</i>	
<i>Renan Antônio de Resende</i>	
ESTUDOS DOS SISTEMAS DE FECHAMENTOS INDUSTRIALIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL ESTRUTURADA EM AÇO	306
<i>Walquíria Isabel de Almeida Freitas</i>	
<i>Maria Angélica Vieira Pinto</i>	
<i>Henor Artur de Souza</i>	
LAZER, TRABALHO E QUALIDADE DE VIDA NA ESCOLA TÉCNICA	318
<i>Breno Samuel de Souza</i>	
<i>Rodrigo de Oliveira Gomes</i>	
NARRATIVIDADES: O RESGATE DA TRADIÇÃO ORAL NO ALTO PARAOPÉBA	331
<i>Bruno de Assis Freire de Lima</i>	

O ITEM EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA E MATEMÁTICA: CONFLUÊNCIAS NORMATIVAS	347
<i>Bruno de Assis Freire de Lima</i>	
<i>McGlennon da Rocha Regis</i>	
<i>Ana Cristina Godoy Meireles da Costa</i>	
<i>Edson Peixoto Oliveira</i>	
O MUSEU DE MINERALOGIA DE CONGONHAS: UM LUGAR DE MEMÓRIAS	371
<i>Luciano da Silva Moreira</i>	
ALTERNATIVAS DE APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA APLICADA NOS CURSOS TÉCNICOS SUBSEQUENTES DO INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS, CAMPUS CONGONHAS	390
<i>Giséle Aparecida Xavier Viana</i>	
<i>Renan Antônio de Resende</i>	
<i>Rosângela Milagres Patrono</i>	
<i>Vinicius José Teixeira de Freitas</i>	
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS PRODUTIVOS DA LAMINAÇÃO A QUENTE NO INDICADOR DE RENDIMENTO METÁLICO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TUBOS DE AÇO SEM COSTURA NA VSB	406
<i>Sílvia Maria Santana Mapa</i>	
<i>Gabriela Rezende Cardoso</i>	
<i>Filipe José de Oliveira Gomes</i>	
PLANEJAMENTO E PROJETO DE EXPERIMENTO FATORIAL COMPLETO: BIBLIOMETRIA E ESTUDO DE CASO NA ÁREA DA SIDERURGIA	429
<i>Sílvia Maria Santana Mapa</i>	
<i>Josemar Coelho Felix</i>	
<i>Karina Araújo Milagres</i>	

PRODUTOS CERÂMICOS À BASE DE REJEITO DE MINÉRIO: PARA ONDE VAMOS?.....	446
<i>Camila G. Castro</i>	
<i>Guilherme Alcantara</i>	
<i>Camila Peixoto</i>	
<i>Lucas Henrique Maria</i>	
<i>Vitor Alves</i>	
 SOBRE A NECESSIDADE DE ESTUDOS TERMINOLÓGICOS PARA O ENSINO MÉDIO INTEGRADO.....	469
<i>Bruno de Assis Freire de Lima</i>	
<i>Pedro Henrique Rezende Melo</i>	
<i>Victor Salomão</i>	

APRESENTAÇÃO

Esse livro materializa um projeto antigo de Congonhas e região. Um projeto que aposta na educação como principal estratégia para a promoção do desenvolvimento do Alto Paraopeba. Educação entendida no seu sentido mais amplo: ensino, pesquisa e extensão. Para que essa estratégia seja bem-sucedida ela precisa gerar transbordamentos, ela precisa provocar efeitos para além da comunidade escolar composta de alunos, pais e professores.

O transbordamento necessário e esperado passa pela entrega de alunos com uma nova visão de mundo, com características diferentes dasquelas entregues pelas demais escolas, pela conexão com as temáticas do território, pela preocupação em contribuir com processos de diversificação econômica e com a qualificada produção de conhecimento.

O mundo da Indústria 4.0, chamado também de Mundo VICA (Volátil, Incerto, Complexo e Ambíguo) ou do mundo pós Revolução Digital se transformou em um grande desafio para os países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. A distância entre os países, territórios e cidades aumentará bastante, ampliando o fosso entre as economias modernas e as economias tradicionais. A produção de conhecimento de qualidade, conectada às radicais mudanças tecnológicas pelas quais estamos passando e, sobretudo, com a agilidade e velocidade necessárias para acompanhar todas essas transformações é condição indispensável para a sobrevivência econômica e social destes territórios.

Congonhas e a região do Alto Paraopeba não podem ficar em descompasso com o que acontece no mundo nem com essas grandes transformações pelas quais a sociedade está passando. Portanto, para cumprir o seu papel fundamental na história da região, o IFMG *Campus Congonhas* precisa entregar à sociedade, além de egressos conectados, conhecimento de qualidade, capaz de agregar real valor às cadeias produtivas e aos processos sociais existentes e a serem criados.

A inovação é um conceito indispensável na construção da competitividade das organizações, das empresas, dos territórios e da sociedade em geral. Inovação se dá também através da criatividade, da capacidade de observação e de identificação de oportunidades e da produção de conhecimento. Logo, atividades de pesquisa e de produção de conhecimento estão intimamente relacionadas à capacidade de inovação das pessoas e essa à competitividade, elemento indispensável para o sucesso das estratégias de desenvolvimento sustentável.

Em 2006, com a criação de uma Unidade Descentralizada do CEFET Ouro Preto, a UNED Congonhas, ainda funcionando provisoriamente em uma escola pública municipal e em 2007 com a inauguração do primeiro prédio próprio, ganhando o nome definitivo de IFMG *Campus* Congonhas, semeava-se toda uma esperança de que a região pudesse se desenvolver a partir do conceito ampliado de educação. Uma educação que gerasse novos conhecimentos, inovação e competitividade!

Tenho grande orgulho de escrever o prefácio deste livro, desta coletânea de artigos que retratam a grande capacidade de produção de conhecimento do IFMG *Campus* Congonhas. Está acontecendo aquilo que foi vislumbrado no passado. Não me lembro de Congonhas produzir uma obra como essa, que tenha uma amplitude tão significativa de assuntos e ao mesmo tempo uma profundidade tão grande nos conceitos. Espero que como esse, tantos outros possam vir. Espero que essa iniciativa se conecte a outras para produzir as externalidades necessárias para o território. Espero que outras instituições sigam o exemplo do IFMG *Campus* Congonhas e compreendam a necessidade de participarem do grande esforço de colocar Congonhas como uma cidade moderna, contemporânea, atualizada e conectada com esse novo e desafiador mundo que se apresenta para todos nós.

Parabéns ao IFMG *Campus* Congonhas, aos alunos e professores que participaram dessa bela obra, aos organizadores e idealizadores e à direção do *Campus*. Desejo a todos os leitores um ótimo aprendizado. Vocês estão tomando pelas mãos a materialização de um sonho e de um projeto que tem potencial de transformar a vida de muitas pessoas.

Anderson Cabido

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE MODELOS MECÂNICOS E DIDÁTICOS EM AMBIENTE VIRTUAL

***Lucas do Amaral Faria¹, Giuliano Siniscalchi Martins², Bruno Ferreira³,
Gustavo Cordeiro Souza³, Leonardo Pereira³***

Resumo: Com a popularização da informática e seus respectivos avanços tecnológicos, as ferramentas virtuais têm sido cada vez mais utilizadas em substituição aos métodos tradicionais. Com o objetivo de auxiliar alunos e professores na disciplina de Desenho Técnico, na qual, existem grandes dificuldades enfrentadas pelos alunos principalmente no desenvolvimento da visão espacial. O estudo visou determinar se metodologias com modelos virtuais são adequados para o ensino, utilizou sistema demonstrativo através de seqüência de slides comparado com modelos de softwares compatíveis aos arquivos em formato PDF para realizar as manipulações de imagens em 3D para apresentação em aulas, e os modelos criados em softwares de modelagem, contendo recursos de alta qualidade, com possibilidade de observar os detalhes de uma peça em 3D e compreender internamente e externamente estes objetos. Foram criados Modelos com formas geométricas tridimensionais e também objetos que continham furos e rasgos, usados como exemplo para auxiliar em aula de “arestas e contornos visíveis e não visíveis”. As pontuações foram calculadas através de contagem do número de linhas erradas ou omitidas no desenho. Para análise de variância utilizou o teste Tukey com 5% significância, com o software estatístico Sisvar⁴, para projeção Power Point⁴ e a modelagem das figuras o Solid Edge⁴. Os resultados indicaram que a metodologia pode auxiliar os alunos e os professores em aulas de Desenho Técnico.

Palavras-chave: Modelamento 3D. Desenho técnico. Educação.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das ferramentas de realidade virtual intensificou-se devido aumento na velocidade de desenvolvimento de protótipos virtuais e do planejamento de produtos existentes (KARKEE, *et al.*,

¹ Prof. Dr. IFMG *Campus* Congonhas. E-mail: lucas.faria@ifmg.edu.br

² Prof. Dr. IFMG *Campus* Ribeirão das Neves. E-mail: giuliano.martins@ifmg.edu.br

³ Aluno Bacharelado em Engenharia Mecânica IFMG *Campus* Congonhas.

⁴ Citação comercial do modelo e fabricante dos softwares utilizados neste trabalho não significa a sua recomendação de uso.

2009). A prototipagem virtual é responsável pela redução de tempo e custo nas etapas de teste, modificações e desenvolvimento de novos produtos assegurando que o mínimo de problema ocorra no estágio de produção (HOWARD e VANCE, 2007). Para que isto ocorra é necessária a efetiva avaliação dos conceitos de projeto em estágios iniciais (ZHANG, H. *et al.*, 2009). Dessa forma a aplicação de ferramentas de modelagem e simulação vem se intensificando ao longo dos últimos anos nas mais variadas áreas do conhecimento. Encontra-se na literatura aplicações que englobam desde a construção civil, robótica, aplicações mecânicas, (LI, Y. *et al.*, 2014; ALVES e BÁRTOLO, 2006; HOWARD e VANCE, 2007). A partir do desenvolvimento de um modelo virtual, diversos testes podem ser aplicados aos mesmos para análise de questões produtivas como viabilidade de processamento e análise de uso como o desgaste, tensões e degradação (NAM, J. S., SHIM, H. W., CHOI, G. J., 2014).

Ressaltando que o projeto visa o desenvolvimento de modelos para aplicações didáticas e aplicações práticas e considerando-se que um modelo é uma abstração ou representação de uma coisa real. Observa-se que na atividade industrial a obtenção de um produto real normalmente é gerada a partir de três estágios: design, análise da engenharia de manufatura e produção. A etapa design pode ser dividida sucintamente em: planejamento do produto, estudo funcional, estudo de configuração e detalhamento do produto. A aplicação de ferramentas de simulação e modelagem normalmente engloba as etapas de design e permitem estudos anteriores a etapa de manufatura, desta maneira, reduz o custo e o tempo para obtenção do produto final.

Buscou-se interagir com outros professores da mesma Instituição para distinguir e compreender melhor as dificuldades gerais da visão espacial dos alunos, em disciplinas como em Química e Equipamentos e Instalações Industriais. Utilizando o recurso do Solid Edge, elaboramos modelos conforme solicitados pelos professores. Foram produzidos modelos, para área de química foi criado um modelo de estrutura molecular, Figura 1. Na disciplina de instalações industriais, elaborou um modelo de uma União por flange, Figura 2.

As áreas de modelagens e simulação são potencialmente interessantes aos alunos, pois fornece as partes envolvidas um ferramental tecnológico importante para o desenvolvimento acadêmico do profissional, pois além de caminhar em paralelo com o desenvolvimento das novas tecnologias.

Figura 1. Estrutura molecular.

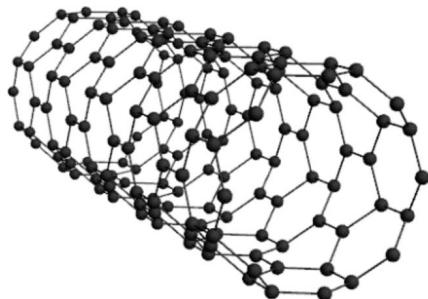
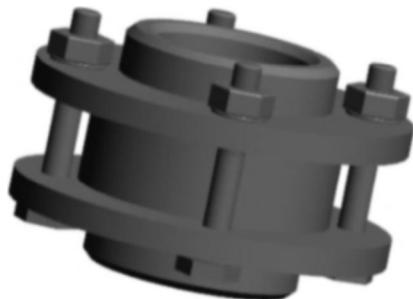


Figura 2. União por flange.



METODOLOGIA

Os trabalhos foram realizados no IFMG - Campus Congonhas, no 1º semestre de 2016, aplicados durante as aulas da disciplina de Desenho Técnico das turmas iniciais do curso subsequente de Técnico em Mecânica. As atividades abordavam o mesmo assunto de arestas não visíveis.

As atividades foram realizadas em papel reticulado, iniciou-se com apresentação da primeira peça através de *slides*, Figura 3, e a segunda peça foi demonstrada utilizando o software com recursos 3D de modelagem, Figura 4. Para criação de slides utilizou-se o Power Point⁵ e para a modelagem utilizou-se do Solid Edge⁵. Os exemplos utilizados foram de figuras com baixa complexidade geométrica, por tratar-se de fase inicial do aprendizado.

Figura 3. Peça 1 demonstrada através de slides.

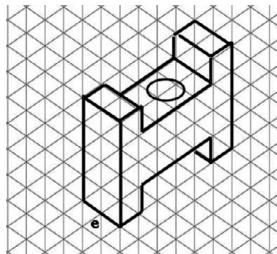
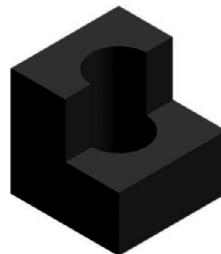


Figura 4. Peça 2 demonstrada através de recursos 3D.



⁵ Citação comercial do modelo e fabricante dos softwares utilizados neste trabalho não significa a sua recomendação de uso.

Durante a projeção da peça 2, o objeto virtual realizou rotação por alguns instantes e solicitamos aos discentes o desenho dos modelos em projeção isométrica representando todas as linhas visíveis e ocultas.

As pontuações foram calculadas através de contagem do número de linhas erradas ou omitidas no desenho. Para análise de variância utilizou o teste Tukey com 5% significância, com o software estatístico Sisvar⁵. Não houve comparação entre turmas, apenas o desempenho da turma em cada metodologia avaliada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que foram poucos alunos que conseguiram realizar a atividade com 100% de aproveitamento, mesmo com a utilização de recursos tecnológicos, entre as duas avaliações a média geral foi de 77,18%. Importante ressaltar que se tratava de atividade inicial ao assunto de Desenho Técnico e considerar que muitos alunos nunca haviam realizados alguma atividade do assunto. Ao analisarmos estatisticamente as avaliações, foram observadas diferenças significativas, Tabela 1.

Tabela 1. Tabela de análise de variância entre os modelos de ensino.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVALIAÇÃO	1	4207.621622	4207.621622	59.451	0.0000
erro	72	5095.729730	70.774024		
Total corrigido	73	9303.351351			

CV (%) = 10.90

Média geral: 77.1891982

Número de observações: 74

O resultado da análise de variância demonstrou diferença significativa, desta forma, realizou-se para as avaliações 1 e 2 o teste Tukey a 5% de significância, Tabela 2. O teste Tukey permite um bom padrão para estudos, e conforme os resultados, ele também pode apresentar ambiguidade de grupos de médias, mas neste caso não ocorreu.

Tabela 2. Resultado do teste Tukey.

Tratamentos	Médias	Resultado do teste
1	69.648649	a1
2	84.729730	a2

O teste Tukey confirmou uma diferença significativa do 1º método em relação ao 2º método, onde os valores médios das avaliações 1 e 2 não pertencem ao mesmo agrupamento, como ficou demonstrado em (a1) e (a2), assim não foi necessário realizar um teste estatístico mais rigoroso, reforçando a qualidade dos valores obtidos.

CONCLUSÕES

As ferramentas de modelagem 3D têm potencial para auxiliar os alunos e professores em aulas que exijam visualização espacial de objetos, como foi o resultado obtido neste trabalho para a disciplina de Desenho Técnico, indicaram que o recurso em 3D superou apresentação estática em Slides. Desta forma, tornam as aulas mais dinâmicas, são facilitadores do aprendizado, mesmo em outras disciplinas, tais como Química, Física, Elementos de Máquinas, Equipamentos e Instalações Industriais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Mecânica e ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Minas Gerais, IFMG - Campus Congonhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, N. M.; BÁRTOLO, P. J. Integrated computational tools for virtual and physical automatic construction, *Automation in construction*, v. 15, p. 257-271, 2006.

HOWARD, B. M.; VANCE, M. Desktop haptic virtual assembly using physically based modelling. *Virtual Reality*, v. 11, p. 207-215, 2007.

KARKEE, M.; STEWARD, B. L.; KELKAR, A. G.; KEMP, Z. T. Modeling and real-time simulation architectures for virtual prototyping of off-road vehicles, *Virtual Reality*, v. 15, p. 83-96, 2011.

LI, Y.; SUN, H.; CHU, M. *et al.*, Experiment, simulation and analysis on coupling hydrodynamic forces under key parameters for a spherical underwater exploration robot, *Journal of Vibroengineering*, v. 16, p. 3014-3028, 2014.

A EXPLORAÇÃO MINERAL EM CONGONHAS A PARTIR DE PEÇAS DO MUSEU DE MINERALOGIA: UMA HISTÓRIA EM OURO, PEDRA E FERRO

Luciano da Silva Moreira¹

Resumo: Este artigo é resultado de projeto desenvolvido a partir de parceria estabelecida entre o IFMG e a Fundação Municipal de Cultura (FUMCULT). Foi-nos solicitado aprofundamento da história da mineração na região, com vistas a reconhecer uma memória sobre essa atividade a partir do material sob guarda do Museu de Mineralogia de Congonhas. Selecioneamos três materiais (ouro, esteatito e ferro) para abordar a trajetória da exploração mineral na região de Congonhas entre os séculos XVII e XX. Ao final, apresentamos propostas para tornar a exposição mais crítica e interativa, de maneira a melhor aproveitar o acervo do Museu de Mineralogia.

Palavras-chave: Acervo. Exposição. História. Mineração. Museu.

INTRODUÇÃO

Além da religiosidade, celebrada anualmente no Jubileu do Senhor Bom Jesus de Matosinhos, a cidade de Congonhas é marcada pelo forte vínculo com a exploração mineral. Há indícios de extração aurífera desde o final do século XVII, período de provável povoamento do que chamamos hoje de Congonhas e Alto Maranhão. Desde então, a atividade minerária tem ditado o modo como diversos sujeitos históricos interagem entre si e com o espaço que ocupam nesta região. Fragmento da história dessa relação pode ser apreendido por meio dos mostruários do Museu de Mineralogia de Congonhas.

Em trabalho anterior, que realizamos em parceria com a professora Maristella Santos em 2015, evidenciou-se o problema da “me-

¹ Professor do Departamento de Ciências Humanas do IFMG - Campus Congonhas.

E-mail: luciano.moreira@ifmg.edu.br

mória” acerca da mineração no município de Congonhas, levando-nos a propor um resgate da história da mineração no município. A partir dessa proposta, elaboramos um projeto no ano seguinte que tinha como objetivo reconstituir essa história, contribuindo com os esforços da Fundação Municipal de Cultura no processo de readequação e modernização do Museu de Mineralogia. Pretendia-se, com o trabalho de pesquisa, fornecer subsídios para a formação de novo projeto expográfico, mais dinâmico e interativo, além de capacitar os funcionários no trabalho de orientação dos visitantes.

Ao longo do trabalho de pesquisa, foi percebido que a memória sobre a mineração em Congonhas negligenciava questões como o mundo do trabalho, o meio ambiente e os efeitos sociais em longo prazo. Em vista disso, em concordância com os estudos de John R. McNeill e George Vrtis, procuramos “desenterrar as histórias complicadas” que tecem a trajetória histórica da região de Congonhas desde o século XVII, revolvendo as camadas de história que nos mostram as interações entre as forças políticas e econômicas, além das dinâmicas culturais e ecológicas, que têm moldado a relação da sociedade local com minerais e minas (VRTIS, 2017: 74). Parte dos resultados alcançados podem ser vistos neste artigo, que se insere no campo emergente da história ambiental da mineração.

Estabelecemos uma reflexão acerca da atividade mineradora e de suas reverberações na sociedade contemporânea, articulando história e natureza por intermédio dos artefatos que compõem o acervo do Museu de Mineralogia de Congonhas. Pelo fato de ser majoritariamente composto por um conjunto de minerais e rochas, o Museu de Mineralogia está diretamente ligado a uma concepção de “recurso natural” de cariz iluminista, que visualiza a natureza como algo a ser decifrado e controlado pelo homem. Todas as peças estão naquele lugar porque foram dotadas de algum sentido pragmático. Assim, a exposição da coleção de rochas e minerais, longe de ser uma mostra de elementos naturais desprovida de significado, nos apresenta a trajetória da própria relação do ser humano com a natureza, mormente por intermédio da atividade mineradora, evidenciada na escolha das peças expostas. Com base nas ponderações da historiadora Regina Horta Duarte, devemos tomar essa instituição como local propício para a reflexão sobre a própria ideia de natureza como um produto histórico, embasado em uma linguagem científica carregada de sentidos culturais (DUARTE, 2005: 99).

Neste artigo, apresentaremos uma sugestão de “leitura” da história de Congonhas sob o prisma da mineração, analisando os significados, usos e funções que as peças sob a guarda do Museu de Mineralogia tiveram no passado e, ainda, seu sentido para a atualidade, notadamente reapropriadas conforme nosso contexto. Acreditamos que os problemas trazidos à tona com este processo têm a ver com uma “leitura crítica da trajetória da sociedade na qual [o objeto] está inserido” (LIMA, 1995). Conforme direitos minerários arrolados no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), podemos destacar, economicamente, as seguintes ocorrências minerais no município de Congonhas: ferro, manganês, ouro, esteatita, fostato, granito, chumbo, quartzito, quartzo, granito, platina, cromo, diamante industrial, areia e cascalho (MILANEZ, 2011: 199). O Museu de Mineralogia de Congonhas possui exemplares desses recursos naturais, alguns originários da própria região. Dos minerais arrolados acima, trataremos, neste artigo, do **ouro**, do **esteatito** (pedra-sabão) e do **ferro**. São materiais de destaque na vida econômica e cultural de Congonhas, tendo sua exploração marcado o modo como as pessoas interagiram entre si e com a região que ocupavam.

Ouro

Uma das peças de destaque da exposição do Museu de Mineralogia de Congonhas é um exemplar de minério de ouro, doado pela turma do curso técnico de Mineração de 1984 da antiga Escola Politécnica Antônio Francisco Lisboa. Procedente da própria região de Congonhas, essa peça é representativa da atividade que originou o município: a extração aurífera.

Há indícios de extração de ouro na região do rio Paraopeba desde o final do século XVII, período de provável povoamento do que chamamos hoje de Congonhas e Alto Maranhão. Em Congonhas, inicialmente, foram explotados os rios Maranhão e Macaquinhas. Neste, segundo a tradição, teria ocorrido o primeiro descoberto aurífero na região. Por seu turno, o rio Maranhão dividia dois povoados que surgiram com a atividade extractiva: Congonhas e Matosinhos. Ao tempo da visita de Auguste de Saint-Hilaire, naturalista francês que percorreu o Brasil entre 1816 e 1822, as marcas dessa exploração inicial ainda eram visíveis:

Congonhas do Campo deve sua fundação a mineradores que encontraram muito ouro nas margens do rio Santo Antônio, bem como nas do

rio Congonhas e ao redor da aldeia; as encostas dos morros rasgadas e reviradas de todos os modos, atestam o trabalho de maior vulto (SAINT-HILAIRE, 1941: 166-167).

Antes, porém, sabe-se que o rio Maranhão era um curso piscoso, que servia para o abastecimento das populações indígenas locais. Isto nos leva a crer, de acordo com Marcus Duque Neves, que os primeiros contatos entre garimpeiros e índios ocorreram de maneira violenta por conta do processo de revolvimento das margens do rio, impossibilitando a pesca (NEVES, 2015: 57). Além de inviabilizar a pesca, a ação desenfreada provocou o problema do assoreamento e suas consequências. Sobre os problemas com a exploração dos rios, Saint-Hilaire comenta que “quaisquer que sejam o modo de mineração e as variantes de processos empregados para as lavagens, a areia e outras matérias acarretadas pela água, vão, como já disse, cobrir o cascalho dos rios, e têm ainda o grave inconveniente de entupir o seu leito, a ponto de causar às vezes danosas inundações (SAINT-HILAIRE, 1938: 224).

Conflitos entre indígenas e colonos também ocorreram no Arraial do Redondo (atual Alto Maranhão), levando Gomes Freire de Andrade, governador das Minas, a solicitar a arregimentação de carijós para combater os nativos “desordeiros”, em 1738 (SOUZA, 2004: 122). O Arraial do Redondo também desenvolveu-se a partir da extração de ouro. Porém, foi marcado historicamente como quartel e posto de contagem da entrada da comarca de Vila Rica. No século XVIII, foi edificado um “presídio”, cujas ruínas ainda existem no lugarejo. Cabe explicar que o termo “presídio” não se refere, exclusivamente, à carceragem de criminosos. Conforme Waldemar de Almeida Barbosa, “presídios” eram quartéis e contagens construídos visando evitar o extravio e o contrabando, sobretudo de ouro, além de servir como base para milícia e viajantes (BARBOSA, 1985: 154).

A extração aurífera, em princípio, utilizou-se de técnicas grosseiras de garimpo, sobretudo depósitos de aluvião. De acordo com Neves, os garimpeiros desviavam águas com cercados, arrimos e desvios simples, usando “ferramentas rudimentares para desagregar as terras e chegar aos cascalhos” (NEVES, 2015: 81). A coleta dos grãos de ouro dava-se por meio de mundéus (grandes cubas com paredes de pedra que acumulavam água), bicas (couros de boi estendidos, em cujos pelos o mineral ficava retido), carumbés (instrumento no formato de uma gamela usado para o transporte do material extraído nas lavras até os locais de apura-

ção), almocafres (instrumentos semelhantes a enxadas), bateias e alavancas (ANTONIL, 1837: 183; SAINT-HILAIRE, 1938: 214; DIAS, 2002: 67; REIS, 2007: *passim*). Mesmo com o uso dessa variedade ferramental, a exploração dos aluviões não era muito custosa, tornando-se o principal meio empregado por garimpeiros pobres.

Com o passar do tempo, as explorações de aluvião passaram a conviver com “grupiaras” ou extrações de “talho aberto”, que utilizavam a força da água como elemento de desagregação das encostas dos morros, lavando consigo o ouro. Essa atividade, realizada de maneira desenfreada, levou à primeira legislação que versava sobre o uso das águas, datado de 1720. A Carta Régia do rei D. João V ao Conde de Assumar, primeiro governador das Minas, determinava a repartição “da água conforme a possibilidade dos que mineravam” e, em contrapartida, proibia a apropriação da água dos córregos por mineradores que não possuíam licença “por escrito” dos Guarda-mores. Essa determinação veio em resposta aos “ódios” provocados pela apropriação dos recursos hídricos por “poderosos”, que acabavam impedindo o acesso dos “que podiam menos” (Terras Minerais. RAPM, 1896: 692-693). Essa Carta Régia mostra que conflitos em torno da água, recurso extremamente necessário para o desmonte dos morros, estavam preocupando as autoridades. Além disso, evidencia a vulgarização da técnica que, se por um lado promovia maior retorno ao mineiro, por outro, ocasionava maior degradação e desperdício do recurso hídrico. Acredita-se que algumas voçorocas encontradas no município de Congonhas tenham sido originadas de antigas grupiaras, como visto ainda hoje no distrito do Alto Maranhão, indicando que as cicatrizes do garimpo podem durar muitos anos.

A extração por minas subterrâneas e galerias também ocorreu em Congonhas, como atestam os vestígios no bairro Tijucal. Esse tipo de mineração perseguia os veios de quartzo por debaixo da terra, procurando aproveitar as áreas mais ricas em ouro (REIS, 2007: 126). Segundo o Barão de Eschwege, na mineração de galeria pratica-se uma verdadeira caça ao ouro, sem pensar no futuro. Perseguem as camadas e os veios em todas as direções, enquanto puderem os serviços dar lucro, razão pela qual tal método, sobretudo quando aplicado a uma possante camada, dá origem a um perfeito labirinto de tocas de toupeiras (ESCHWEGE, 2011: 266).

Independente do tipo de exploração, a mão-de-obra escrava era grandemente necessária. Os escravos provenientes da Costa da Mina, em

princípio, eram os mais indicados para a atividade mineradora, pois detinham técnicas de mineração e metalurgia, sobretudo de ouro e ferro. Ademais, várias das técnicas empregadas na mineração em Minas Gerais são de origem africana, como atesta Eschwege:

Deve-se principalmente aos negros a adoção das bateias de madeira, redondas e de pouco fundo, de dois a três palmos de diâmetro, que permitem a separação rápida do ouro da terra, quando o cascalho é bastante rico. A eles se devem, também, as chamadas canoas, nas quais se estende um couro peludo de boi, ou uma flanelha, cuja função é reter o ouro, que se apura depois em bateias (ESCHWEGE, 2011: 251).

Desse modo, não é exagero afirmar que nas Minas setecentistas foi empregada mão-de-obra especializada, sendo os escravos “mina” os principais agentes da atividade mineradora. Em seu *Discurso sobre o estado actual das minas do Brazil*, José Joaquim da Cunha de Azeredo Coutinho explica que

Os Negros Minas naturaes dos Reinos de Tambuco, e Bambuco sam pela maior parte os melhores Mineiros das Minas do Brazil, e talves que eles fosem, os que ensinaram aos Portuguezes daquelas Minas o método grosseiro de tirar oiro, de que ali uza, como parece pela similhansa de um, e outro método (COUTINHO, 1804: 19).

Mais do que simplesmente trazer a força de trabalho, o tráfico negreiro trouxe costumes e técnicas que moldaram a sociedade mineira e dinamizaram a economia deste canto da América Portuguesa.

Em lista levantada em 1758, constavam os nomes de 47 “mineiros”² na então Freguesia de Congonhas do Campo (APM/CMOP cx 35 doc 01). Com o tempo, a mineração na região de Congonhas passou a ser controlada por onze mineradores (ESCHWEGE, 2011: 338), os quais possuíam cabedal suficiente para comprar escravos e requerer datas, concentrando os resultados da extração (DIAS, 2002: 68). Podemos notar que a atividade mineradora foi marcada pela concentração da riqueza, cada vez mais centrada num grupo restrito de mineradores e fazendeiros, ferindo as posses e condições de trabalho de livres pobres e forros. Mesmo que estes ocupassem “desordenadamente” algumas áreas, sobretudo quando circulavam notícias de descobertas de ouro, as autoridades expulsavam-nos.

² O termo “mineiro”, inicialmente, era empregado no sentido de proprietário de minas ou lavras. “Geralista” era o patronímico mais corrente para designar o habitante das Minas Gerais, até meados do século XVIII (Cf. BARBOSA, 1985).

Em 1762, no arraial de Congonhas do Campo, uma multidão composta, majoritariamente, por pardos e negros ocupou um local em que se teria encontrado rica formação de ouro. As autoridades, avisadas pelos que se afirmaram “proprietários” do terreno, trataram de enviar oficiais de Justiça, que foram duramente repelidos pelo “povo” reunido. Foram necessárias mais duas tentativas das autoridades para desocupar o terreno e prender os supostos líderes, dos quais alguns eram “capitães-do-mato” (ANDRADE, 2008: 176). O caso nos mostra que o processo de concentração das riquezas não aconteceu de forma branda ou passiva. Em Congonhas, assim como no restante das Minas, a “sede insaciável do ouro” trouxe consigo a discórdia e a violência (ANTONIL, 1837: 149).

De qualquer modo, passo a passo, a riqueza concentrava-se nas mãos de algumas pessoas, detentoras de recursos suficientes para impor seu poder na vida econômica e política da região. Na paragem da Soledade (atual distrito de Lobo Leite), já em meados do século XVIII, as principais terras de minerar pertenciam a uma sociedade formada pelo Sargento-mor Felipe António Borim e pelo Capitão António Francisco França. Segundo testamentos arrolados por Flávia Reis, os sócios possuíam uma propriedade mineral avaliada em 10:800\$000 (dez contos e oitocentos mil réis), sendo, dentre outros bens, composta por uma lavra de minerar no veio d’água e goapiaras, com seus vieiros e dois regos de água [...] a cobrir as terras que ficam para as bandas das Congonhas, com todas as mais terras minerais constantes de títulos, cartas de data e provisões [...], com os tanques pertencentes às referidas lavras (REIS, 2007: 133).

Posteriormente, a paragem da Soledade contou com a presença da família Lobo Leite, que teve como um de seus precursores mais proeminentes o Capitão-mor Antônio Agostinho Lobo Leite Pereira, implicado na Inconfidência Mineira de 1788. Sua família chegou a possuir terras e lavras em Soledade, arraial do Redondo e partes de São Julião (atual Miguel Burnier). Todas de produção aurífera.

O clã familiar de maior projeção política e econômica foi o dos Monteiro de Barros. Em meados do século XVIII, o Guarda-Mor Manuel José Monteiro de Barros, proveniente de Portugal, conseguiu agregar terras e lavras promissoras no Arraial de Congonhas. Enriquecido, encaminhou os filhos a Coimbra, dos quais se destacaram Romualdo José Monteiro de Barros e Lucas Antônio Monteiro de Barros. Este, nomeado primeiro presidente da Província de São Paulo, tornou-se o Barão de Congonhas;

aquele, importante político da Província de Minas Gerais, recebeu o título de Barão do Paraopeba. Ambos foram sócios do Barão de Eschwege na Fábrica de Ferro Patriótica (1811) e na Sociedade Mineralógica de Passagem (1819).

No tempo de D. João VI, Romualdo Monteiro de Barros possuía uma lavra no Morro de Santo Antônio, onde, por orientação do Barão de Eschwege, fez “construir um engenho para reduzir pó, e ao mesmo tempo lavar a formação de pedra”. O experimento demonstrou eficácia, uma vez que possibilitou a grande vantagem de tirar vinte e seis oitavas de huma mina abandonada pela sua pobreza, no curto espaço de pouco mais de dois dias de trabalho, em que forão ocupados apenas dois escravos, vantagem esta, que antes não percebia com trinta praças ocupadas na mesma mina em huma semana. (GAZETA do Rio de Janeiro, n. 59, 25 jul. 1818, itálicos no original).

A experiência descrita foi uma resposta à Carta Régia de 12 de agosto de 1817, na qual D. João VI externava sua preocupação com os métodos rústicos e pouco eficientes de exploração aurífera empregados em Minas Gerais, uma vez que “os Mineiros não possuem os conhecimentos práticos de mineração”, desperdiçando o potencial da Capitania. Para resolver este problema, o rei conclamava os mineiros a adotar o “methodo regular da arte de minerar, e o uso das maquinas, de que se servem os Mineiros da Europa, por meio das quaes tem mostrado a experencia, que se obtém grandes rezultados” (Terras Minerais. RAPM, 1896: 725).

Romualdo Monteiro de Barros continuou lucrando com suas minas, como sutilmente observa Auguste de Saint-Hilaire. O naturalista francês, que esteve na região na mesma época, notou que em Congonhas existia “nos arredores um pequeno número de minerações em atividade, e várias fazendas muito importantes”, como a do futuro Barão do Paraopeba, cujo outro é “de 22k” (SAINT-HILAIRE, 1941: 166-167).

Assim como no restante de Minas Gerais, a exploração de ouro em Congonhas sofreu declínio, verificável já no século XVIII, embora tenha persistido nos séculos XIX e XX, como o garimpo no Ribeirão Santo Antônio, na década de 1940. Não raro encontram-se vestígios de lavras retomadas no século XX, revolvidas na esperança de se encontrar alguma riqueza esquecida. Uma série de fotografias, de posse do Museu de Congonhas, apresenta o desejo de se encontrar alguma pepita remanescente. Uma das fotos (Figura 1) é bastante sugestiva:

Figura 1. “O menino e a bateia”. Congonhas, [década de 1940]. Sem autoria.



Fonte: Acervo Museu de Congonhas.

De imediato, somos impactados pela luz estourada, resultado da superexposição, passando-nos uma sensação de calor que nos lembra de um texto do geógrafo José Veríssimo da Costa Pereira, para a **Revista Brasileira de Geografia**: “Em geral, em seu trabalho anônimo, arduo e penoso, o ‘faiscador’ labuta o dia inteiro sob um sol inclemente e com uma fibra de lutador intemperado e incansável na conquista cada vez mais difícil do próprio pão de cada dia” (PEREIRA, 1945: 159, grifo meu). José Veríssimo, ao descrever o “faiscador”, nos aponta para uma ligação transcendental da foto tirada no ribeirão Santo Antônio a um processo que marcou a ocupação territorial do Brasil desde o século XVII. Essa imagem também apresenta outra conexão tênue entre sujeitos históricos, pois o menino faiscaador utiliza um instrumento rústico, a bateia, trazido por antepassados escravizados. Proveniente do continente africano, como explicou Eschwege, a bateia ainda figura como instrumento básico para o pequeno garimpo. Devemos informar que há um exemplar desse ins-

trumento do Museu de Mineralogia de Congonhas, colocado sem maiores detalhes, quase descontextualizado. Observar a imagem (Figura 1) e associá-la ao mineral exposto junto com a ferramenta – a bateia – constitui uma forma de problematizar a importância do trabalho em nossa formação histórica. Significa, portanto, pensar a questão da produção de riqueza e a alienação do trabalho que a concebeu.

Esteatito (pedra-sabão)

A pedra-sabão (ou esteatito), ao longo do século XVIII, foi amplamente utilizada para adornos em edifícios ou obras de cunho artístico-religioso, como os célebres profetas de Antônio Francisco Lisboa, o Aleijadinho. Além das referidas esculturas, deve-se enfatizar o uso da pedra-sabão como elemento ornamental em diversas residências e igrejas, como evidente na portada da Basílica do Senhor Bom Jesus de Matosinhos, com suas volutas e rocalhas, típicas do século XVIII. Assim também em outros templos da região, como: a Matriz de Nossa Senhora da Conceição, a Matriz de São José Operário e a Igreja de Nossa Senhora d'Ajuda (no Alto Maranhão).

Ao emprego artístico soma-se o uso utilitário, sendo as panelas de pedra-sabão traço distintivo da cultura culinária mineira, cujo registro nos dá o viajante inglês Richard Burton, quando viu “belos exemplares de panelas feitas à mão, de esteatita ou pedra, que são muito apreciados e conhecidos fora de Barbacena” (BURTON, 1869: 88). Essa tradição, possivelmente, deve-se à baixa condutância térmica do material, preservando o alimento aquecido por mais tempo (QUINTAES, 2006: 300). Em sua *Corografia Brasílica*, o padre Manuel Ayres de Cazal informa-nos sobre o uso polivalente da pedra-sabão. Segundo Cazal, em Minas Gerais encontra-se pedra-sabão de côr perola, alguma veiada de escuro, compacta, pezadissima, facilíma de trabalhar, cedendo à unha: fazem-se della imagens, castiçaes, escrivaninhas; e ainda panelas ao forno; dá excelentes gizes: o seu finíssimo pó he procurado pelos viandantes (CAZAL, 1817: 361).

Tais usos também devem-se à facilidade de se trabalhar com o esteatito, geralmente empregando-se técnicas características do trabalho com a madeira.

No entanto, cabe lembrar que a utilização da pedra-sabão, de utensílios à estatuária, já era conhecida na África desde antes da colonização

europeia. Segundo Eduardo França Paiva, o emprego do esteatito era comum na África Ocidental (atuais Guiné, Serra Leoa, Libéria, Gana, Nigéria e Camarões), na África Central (região do Congo e Angola) e na África Oriental (atuais Moçambique, Zimbábue e Zâmbia), locais de embarque de escravos para a América Portuguesa (PAIVA, 2006: 301). Com isso, é necessário relacionar a utilização da pedra-sabão à presença africana nas Minas, uma vez que pedreiros e canteiros portugueses tinham dificuldade em trabalhar as rochas locais. Portanto, o trabalho com o esteatito contou, certamente, com a contribuição dos africanos escravizados, conhecedores das técnicas de extração e beneficiamento daquele material (LIBBY, 2006: 59).

Como é notório, vários artesãos eram mulatos, destacando-se o referido Antônio Francisco Lisboa. Desse modo, não seria exagero afirmar que a tradição da pedra-sabão nas Minas setecentistas está intimamente ligada aos nossos antepassados negros, retirados forçosamente do continente africano e trazidos ao interior da América Portuguesa. Esses povos escravizados não traziam apenas sua força de trabalho, mas carregavam consigo suas crenças, sua cultura e o conhecimento técnico necessário para transformar os materiais encontrados nestas terras.

Todavia, as informações sobre a exploração dessa rocha, naquele período, são escassas. Sobre a presença da pedra-sabão na região de Congonhas, o viajante inglês John Luccock, que esteve na Capitania de Minas Gerais em 1818, nos informa que “a pedra, da qual as estátuas [dos profetas] são formadas, é de tipo suave e saponáceo, que abunda nas pedreiras do bairro e parece endurecer-se da exposição ao ar” (LUCCOCK, 1820: 521).

No mesmo sentido, a existência do esteatito também foi notada por Richard Burton ao explicar as esculturas da Basílica do Bom Jesus de Matosinhos: “O material é esteatita, encontrada nos arredores da cidade, e o artífice foi o ubíquo Aleijadinho, que de novo aparece na fachada” (BURTON, 1869: 170, grifo meu). Sabe-se, “por vias orais”, que a jazida original que forneceu a matéria-prima para a produção das imagens de Aleijadinho localiza-se no atual bairro Belvedere, em Congonhas, reiterando a observação de Luccock (BAETA, 2015: 175).

A importância econômica do esteatito pode ser notada pelo envio de blocos de “pedra-sabão” à Exposição de Berlim, ocorrida em 1886. Esse evento, assim como outros do mesmo período, era espaço de divul-

gação do potencial econômico dos países participantes. Tratava-se de um palco em que eram exibidas as transformações sócio-econômicas que se processavam na segunda metade do século XIX, apresentando, de maneira otimista, os avanços tecnológicos e os recursos que poderiam ser explorados pela indústria moderna (PESAVENTO, 1995. SANTOS, 2006). Na ocasião, a comissão da província de Minas Gerais, capitaneada pelo mineralogista francês Claude-Henri Gorceix (1842-1919), selecionou exemplares de diversos minerais “da melhor qualidade que houver no país, para assim despertarem a atenção dos industriais” europeus. Para tanto, foram enviadas amostras de “pedra olar ou pedra sabão, das vizinhanças de Congonhas do Campo (em grandes cubos)” (PROVÍNCIA de Minas, 16/02/1886: 1).

Há um registro fotográfico sugestivo de posse do IBGE, datado de 1958, que apresenta uma “indústria de pedra-sabão” em que aparece, ao fundo, a Basílica de Bom Jesus de Matosinhos (Figura 2).

Figura 2. *Indústria de pedra-sabão*. Congonhas, 1958. Autoria: Antonio José Teixeira Guerra.



Fonte: Acervo IBGE. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=413092>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

Essa imagem, que faz parte de uma série sobre a “indústria de pedra-sabão” feita pelo IBGE, mostra-nos a permanência e o incremento da extração do esteatito em Congonhas, em meados do século XX. Interessante notar que a série, datada de 1958, foi fotografada um ano após o lançamento do romance *A Madona de Cedro*, de Antônio Callado (1957). Neste livro, o protagonista, Delfino Montiel, tinha uma lojinha na então Congonhas do Campo, onde “vendia objetos de pedra-sabão: copos e jarras, cinzeiros, castiçais, imagens de santos” encomendados de artesãos locais (CALLADO, 1957: 17). Além da importância literária, a obra de Callado representou “uma engajada defesa do patrimônio artístico e histórico muito consoante com a política artística do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - SPHAN” (MARTINELLI, 2006: 137). Esse engajamento é visto quando, no mesmo romance, o autor menciona os roubos orquestrados por quadrilhas especializadas em obras sacras, como as obras subtraídas das igrejas franciscanas de Ouro Preto e São João de Rei.

Embora a maior parte da pedra-sabão seja aplicada na indústria, sobretudo como talco industrial, ainda há artesanato de base familiar em Congonhas, produzindo os *souvenirs* e utensílios encontrados nas diversas lojinhas ao lado da Basílica, tal como a personagem da *Madona de Cedro*. Esse tipo de artesanato mantém formas de trabalho semelhantes às empregadas no passado, transmitidas de geração a geração, diferenciando-se com relação ao uso da energia elétrica, principalmente para movimentação do torno e da serra (RUTKOWSKI apud FRANCO, 2014: 56).

O Museu de Mineralogia possui trinta e quatro peças de esteatito catalogadas, a maioria proveniente da própria região de Congonhas. Porém, no momento que desenvolvemos a pesquisa, as peças eram apresentadas sem contextualização, sem fazer menção aos aspectos culturais e artísticos da região a elas associados. Havia uma exposição intitulada “Profecia de Pedra”, com releituras dos doze profetas do Aleijadinho produzidas pelo artista plástico Jomadi, para a 13^a Semana de Museus. Infelizmente, o Museu não aproveitou o ensejo para relacionar os exemplares de esteatito, a matéria-prima, com as imagens expostas. Ainda mais porque o artista procurou sugerir nas obras uma textura que nos lembra a pedra-sabão. A associação é evidente, pois, o visitante sabe que os profetas são feitos desse material, mas não visualizam a matéria bruta, o esteatito.

O Museu, detentor de peças brutas e trabalhadas deveria aproveitar momentos como esse e apresentar ao visitante-observador a transformação da matéria bruta em obra de arte, bem como seus outros usos: utensílios, panelas, souvenirs e talco industrial. Maneira inclusiva e interativa de se relacionar com o acervo é a exposição tátil. O toque nas peças (previamente selecionadas para este fim) possibilita uma experiência sensorial ao visitante-observador, permitindo-lhe criar outros sentidos para o material antes apenas visto. Além disso, expor rochas de maneira totalmente interativa favorece a implementação de projetos de acessibilidade, tão necessários em instituições como o Museu de Mineralogia. Afinal, uma rocha exposta dentro de uma redoma de vidro não faz o menor sentido para um deficiente visual. Essa abordagem também ampliaria a experiência do visitante visual, que antes restringia sua visita a uma prática puramente contemplativa. A sugestão pode ser enriquecida com uma experiência sensorial de molde da peça. Ao propormos isto, pensamos que o próprio visitante pode moldar seu fragmento, como lembrança do museu, como numa oficina mediada por um monitor. Essa experiência faria o visitante compreender por que o esteatito também é chamado de “pedra-sabão”.

Ferro

Atualmente, encontram-se em Congonhas algumas das maiores mineradoras do Brasil, com destaque para a Vale e para a CSN, detentora da Casa de Pedra, a principal mina do município e uma das maiores do mundo. Em 2017, essa atividade resultou na terceira maior arrecadação da CEFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais) no Estado de Minas Gerais, conforme dados do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM). Essa arrecadação é alcançada, exclusivamente, com a exploração de **minério de ferro e ferro**, totalizando o valor de R\$81.106.393,80 (DNPM, 2018). Por este número já fica evidente a importância da *commodity* na vida econômica, política e social do município. Essa relação, que hoje tornou-se indissociável, começou a se delinear no século XIX, com a empresa do Barão de Eschwege: a Fábrica de Ferro Patriótica.

No princípio do século XIX, José Bonifácio de Andrada e Silva, que posteriormente seria conhecido como o Patriarca da Independência, afirmava “pão, pólvora, e metaes são quem sustenta e defende as na-

çoens: e sem elles de proprio fundo he precaria a existencia e liberdade de qualquer Estado" (SILVA, 1813: 13). No contexto de "interiorização da metrópole", a produção autônoma de ferro era condição *sine qua non* para se assegurar um Estado soberano. Envolvido nessa conjuntura, o geólogo e metalurgista alemão Wilhelm Ludwig von Eschwege percorreu a Capitania das Minas Geris, identificando o potencial natural da região. Assim, observou que próximo ao vilarejo de Congonhas do Campo

"A magnetita, a especularita e o itabirito, que constituem a base da montanha, se apresentam em tamanha quantidade, que só a parte rola da daria para alimentar a maior fábrica de ferro, durante muitos séculos." (ESCHWEGE, 2011: 250)

Escolhido o local, a construção da Fábrica de Ferro Patriótica, também chamada Fábrica de Ferro do Rio do Prata, teve início em 1811, com a primeira corrida de ferro em 12 dezembro de 1812. O processo metalúrgico foi totalmente concluído no ano seguinte, gravando o nome de Eschwege na incipiente corrida protoindustrial brasileira. Sabe-se que havia uma disputa pela primazia da produção de ferro industrial no período joanino, com a concorrência das fábricas de ferro de Morro do Pilar, promovida por Manuel Ferreira da Câmara Bethencourt e Sá, na região do Serro Frio (MG), e a do Ipanema, capitaneada pelo também alemão Friedrich Ludwig Wilhelm Varnhagen, em São Paulo.

Uma das maiores preocupações de Eschwege, bem como dos demais empreendedores da fundição de ferro no Brasil, era encontrar mão-de-obra capacitada. A dificuldade em contratar homens livres, disponíveis e interessados levou o metalurgista alemão a adotar o trabalho compulsório. Este mostrou-se adequado, devido às circunstâncias sociais, e conveniente, por conta do conhecimento técnico de alguns escravos no manejo do metal. Informa-nos Eschwege que "na província de Minas, a fabricação tornou-se conhecida no começo deste século [XIX], através dos escravos africanos" (ESCHWEGE, 2011: 603).

Em 1883, Armand de Bovet, professor da Escola de Minas de Ouro Preto em seus primórdios, encontrou o mesmo braço escravo transformando o ferro. Ao visitar as forjas do interior da província, observou que os proprietários de fábricas possuem forjas mas não as dirigem, fornecem ao ferreiro escravo um forno e as ferramentas precisas e exigem que fação por dia uma certa quantidade de ferro, sem, em geral, se importarem com o trabalho senão para verificar a quantidade produzida. O escravo faz o

que sabe, e por pouco habil que seja sabe mais do que seu senhor, que, em geral, aparece apens na forja (BOVET, 1883: 59).

Bovet notou que a maioria das forjas que conheceu em Minas Gerais usava o chamado “método dos cadiinhos”. O professor francês acreditava que a prevalência dessa técnica estava relacionada ao tráfico intercontinental, pois “talvez tivesse sido introduzido no paiz por algum escravo africano e que tenha sido depois um pouco aperfeiçoado” (BOVET, 1883: 37). Essa hipótese pode ser confirmada pela tradição da forja africana, evidente nos mitos dos “reis-ferreiros” em Angola e no Congo. Sabe-se que a metalurgia era um conhecimento restrito em vários reinos africanos, sendo o ferreiro comparado a um mago por conhecer os minerais e moldá-los. (MILLER, Poder político e parentesco).

Após a empreitada de Eschwege, que encerrou suas atividades em 1822, Congonhas voltou a conviver com a exploração do ferro apenas no século XX, com o investidor dinamarquês Arn Thun. Em 1922, a A. Thun & C. anunciava a expansão de suas atividades na região do Alto Paraopeba, chamando a atenção para a mina da “‘Casa de Pedra’, futurosa zona de minério de ferro, perto da estação de Congonhas do Campo” (MINAS GERAIS, 1922: 276, grifo meu). Em 1929, o *Annuário Estatístico de Minas Gerais* informava que eram “feitos estudos preliminares, não só para a exploração do ferro, como para a construção de uma linha ferrea que ligue a jazida à [Ferrovia] Central do Brasil” (MINAS GERAIS, 1929: 264). Sabe-se que o minério passou a ser exportado na década de 1930, tendo como principal mercado a Alemanha nazista. Porém, no contexto da II Guerra Mundial, era necessário que o comércio com o país europeu fosse cortado, o que implicou na intervenção das atividades da Casa de Pedra pelo governo varguista em 1943 (GUILD, 1957: 64). Três anos mais tarde, em concordância com a política desenvolvimentista do Estado brasileiro, a mina Casa de Pedra foi desapropriada pela Companhia Siderúrgica Nacional.

A A. Thun & C. promoveu processo migratório na região, deslocando trabalhadores provenientes de outras minas de sua posse para a Casa de Pedra, em Congonhas. O memorialista Cecílio Caetano Rodrigues relata que seu pai chegou à região neste contexto, em 1935, com o detalhe de que tinha “14 anos de idade, de acordo com sua Carteira de Trabalho”. Rodrigues chama a atenção para o fato de que “os menores de 14 anos tinham sua idade ‘aumentada’ para 14” pelos próprios

responsáveis (RODRIGUES, 2006: 33). Essa informação é corroborada pela Figura 3.

Figura 3. [Meninos trabalhadores na mineração], década de 1930.



Fonte: Página *Congonhas tem História*. Disponível em: <<https://www.facebook.com/congonhastemhistoria/photos/rpp.181558768645721/1048814968586759/?type=3&theater>. Acesso em: 18/09/2018.

Não há maiores informações sobre a imagem, que está disponibilizada na página *Congonhas tem História*: quem eram; idade; que trabalho desempenhavam? Vemos meninos, quase todos descalços, posando na entrada do que parece ser um galpão. Dos sete, três não encaram o fotógrafo, possivelmente pela timidez. Nota-se, porém, a grafia “A Thum” nas placas ao lado, indicando o provável local de trabalho. A partir das memórias de Rodrigues, sabemos que crianças como aquelas eram admitidas com base em autorização por escrito da professora e dos pais ou responsáveis. Imagens como essa servem para se discutir o trabalho infantil, naturalizado naquele tempo e que ainda persiste. Se nos limitarmos a determinadas peças do Museu de Mineralogia, como os exemplares de minério de ferro doados pela Vale que mostram o processo de transformação do mineral, da matéria bruta à pelota, pensaremos apenas na modernização crescente da produção. Isto é importante, sem dúvida, mas deve-

mos lembrar que as modernas formas de exploração e beneficiamento do minério escondem um passado de trabalhos arcaicos e rudes, como o dos meninos descalços da figura acima.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Como se pode notar, o fio condutor de nossa proposta museológica é a relação entre a natureza e o trabalho, porque é neste metabolismo que os recursos minerais são convertidos em riqueza social. Afinal, o trabalho nada pode criar sem a natureza. Contudo, outros eixos podem ser abordados por meio dos mostruários do Museu de Mineralogia, como: a questão ambiental; economia e política; a finitude dos recursos minerais e o consumismo.

Além de ouro, pedra-sabão e ferro, o Museu de Mineralogia de Congonhas possui exemplares de outros minerais de relevância para Congonhas. A mineração foi um dos elementos fundamentais para a constituição da cidade, tanto do ponto de vista econômico, como sócio-cultural. Estudar a história da mineração na região ajuda-nos a compreender a influência dessa atividade na sociedade local ao longo de toda sua trajetória. Além disso, podemos ampliar essa dimensão, uma vez que o acervo museológico também serve para se discutir nosso dilema contemporâneo em torno da garantia de “quantidades máximas de minerais com mínimas cicatrizes na natureza” (VRTIS, 2017: 4).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Francisco Eduardo de. “Viver à gandaia: povo negro nos morros das Minas”. In: PAIVA, Eduardo França (Org.). *Escravidão, mestiçagens e história comparada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008, p. 161-178.

ANTONIL, André João. *Cultura e opulência do Brazil, por suas drogas e minas*. Rio de Janeiro: Typ. J. Villeneuve e Comp., 1837.

APM/CMOP cx 35 doc 01 (1758-01-01) - *Lista dos mineiros da freguesia de Congonhas do Campo*.

BAETA, Alenice; PILÓ, Henrique. *Carta Arqueológica de Congonhas*. Belo Horizonte: Orange/Ferrous, 2015.

BARBOSA, Waldemar de Almeida. *Dicionário da Terra e da Gente de Minas*. Belo Horizonte: Imprensa Oficial, 1985.

BARROS, Romualdo José Monteiro de. [Correspondência sobre exploração de ouro] *Gazeta do Rio de Janeiro*. N. 59. 25 jul. 1818.

BOVET, Armand de, A industria mineral na provicia de Minas Geraes. I parte: Ferro e ouro, Ouro Preto: Minas Gerais (1883) *Annaes da Escola de Minas*, 2, p. 23-103.

BURTON, Richard Francis. *Explorations of the Highlands of the Brazil*. Vol. 1. Londres: Tinsley Brothers, 1869.

CALLADO, Antônio. *A Madona de Cedro*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1957.

CAZAL, Manoel Ayres de. *Corografia Brazilica, ou Relação Histórico-geografica do Reino do Brazil*. Rio de Janeiro: Impressão Régia, 1817.

COELHO, Iphygenio Soares; GUIMARÃES, Djalma; BELEZKIJ, Vladmir. *Notas sobre algumas jazidas de minério de manganês e ferro do Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Santa Maria, 1953.

COUTINHO, José Joaquim da Cunha de Azeredo. *Discurso sobre o estado actual das minas do Brazil*. Lisboa: Impressão Régia, 1804.

COUTO, José Vieira. Memória sobre a capitania de Minas Gerais. *Arquivo Histórico Ultramarino*. Caixa 147, doc 01, janeiro de 1799.

DIAS, Maria Odila Leite da Silva. “Nos sertões do Rio das Velhas e das Gerais: vida social numa frente de povoamento 1710-1733”. In: FERREIRA, Luís Gomes. *Erário Mineral*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro; Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2002, p. 45-106.

DNPM. *Arrecadação da CEFEM por município em Minas Gerais no ano de 2017*. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem_muni.aspx?ano=2017&uf=MG>. Acesso em: 07/09/2018.

DUARTE, Regina Horta. *História & Natureza*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

ESCHWEGE, Wilhelm Ludwig von. *Pluto Brasiliensis*. Brasília: Edições do Senado Federal, 2011.

FERREIRA, Francisco Ignacio. *Diccionario Geographico das Minas do Brazil*. Rio de Janeiro: Imprensa Naciona, 1885.

FRANCO, André Rocha. *Etnocartografia e análise dos valores da biodiversidade com comunidades tradicionais de artesãos em pedra-sabão da região do Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais*. Belo Horizonte: UFMG, 2014 (Dissertação, Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais).

GUILD, Philip. *Geology and Mineral Resources of the Congonhas District Minas Gerais, Brazil*. Washinton: U.S. Government Printing Office, 1957.

LIBBY, Douglas Cole. “Habilidades, artes e ofícios na sociedade escravista do Brasil colonial”. In: LIBBY, Douglas Cole; FURTADO, Júnia Ferreira (Orgs.). *Trabalho livre, trabalho escravo: Brasil-Europa, séculos XVII-XIX*. São Paulo: Annablume, 2006, p. 57-74.

LIMA, Solange Ferraz de. “As fontes iconográficas e a pesquisa histórica”. In: OLIVEIRA, Cecília Helena de Salles (Coord.). *Museu Paulista: novas leituras*. São Paulo: Museu Paulista da USP, 1995, p. 24-37.

LUCCOCK, John. *Notes on Rio de Janeiro and the Southern Parts of Brazil*. Londres: Samuel Leigh, 1820.

MARTINELLI, Marcos. *Antonio Callado, um sermonário à brasileira*. São Paulo: Annablume, 2006.

MILANEZ, Bruno. "Grandes minas em Congonhas (MG), mais do mesmo". In: FERNANDES, Francisco Rego Chaves, ENRÍQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva, ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez (Eds.). *Recursos Minerais & Sustentabilidade Territorial: grandes minas*. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2011: 199-228.

MINAS GERAIS. *Annuario Estatistico do Estado de Minas Geraes - 1922-1925*. Belo Horizonte: Imprensa Official, 1929.

MINAS GERAIS. *Relatório da Secretaria de Finanças do Estado de Minas Gerais*, Belo Horizonte: Imprensa Oficial, 1922.

NEVES, Marcus Duque. "História da Mineração em Congonhas do Campo" In: BAETA, Alenice; PILÓ, Henrique. *Carta Arqueológica de Congonhas*. Belo Horizonte: Orange/Ferrous, 2015, p. 76-127.

OLIVEIRA, Myriam Andrade Ribeiro de. *O Aleijadinho e o Santuário de Congonhas*. Brasília: IPHAN: Monumenta, 2006.

PAIVA, Eduardo França. "Trânsito de culturas e circulação de objetos no mundo português – séculos XVI a XVIII". In: PAIVA, Eduardo França (Org.). *Brasil-Portugal: sociedades, culturas e formas de governar no mundo português (século XVI-XVIII)*. São Paulo: Annablume, 2006, p. 99-122.

PEREIRA, José Veríssimo da Costa. "Faiscadores". *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1945.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. *Exposições Universais do século XIX: espetáculos da modernidade*. São Paulo: Hucitec, 1997.

PROVÍNCIA de Minas, Ouro Preto: 16/02/1886.

QUINTAES, K. D. A influência da composição do esteatito (pedra-sabão) na migração de minerais para os alimentos: minerais do esteatito. *Cerâmica*, São Paulo, v. 52, n. 324, p. 298-306, Dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132006000400014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 31 Jan. 2017.

RAMOS, Francisco Regis Lopes. *A danação do objeto: o museu no ensino de História*. Chapecó: Argos, 2004.

REIS, Flavia Maria da Mata. *Das faisqueiras às galerias: explorações do ouro, leis e cotidiano nas Minas do século dezoito (1702-1763)*. Belo Horizonte: UFMG 2007 (Dissertação, Mestrado em História).

RODRIGUES, Cecílio Caetano. *Casa de Pedra: sua história, suas histórias*. S.l.: edição do autor, 2006.

SAINT-HILAIRE, Auguste de. *Viagem pelas províncias de Rio de Janeiro e Minas Gerais*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1938.

SAINT-HILAIRE, *Viagem ao distrito dos diamantes e litoral do Brasil*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1941.

SANTOS, Paulo Coelho Mesquita; COSTA, Adilson Rodrigues da. A Escola de Minas de Ouro Preto e as “Seções de Geologia” do Brasil nas Exposições Universais. *Rem: Rev. Esc. Minas*, Ouro Preto, v. 59, n. 3, p. 347-353, Set. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672006000300016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 Aug. 2017.

SILVA, José Bonifácio de Andrada e. Mineralogia. *O Patriota*. N. 01. Juího, 1813. Rio de Janeiro: Impressão Régia.

SOUZA, Laura de Mello e. *Os desclassificados do ouro: a pobreza mineira no século XVIII*. Rio de Janeiro: Graal, 2004.

STUART, Denise. Museus: emoção e aprendizagem. *Revista de História da Biblioteca Nacional*. Ano 2, n. 22, p. 82-85. Rio de Janeiro, 2007.

TERRAS Minerais: Relação das ordens sobre terras mineraes, que, por copia, foi enviada ao Conselho Geral da Provincia de Minas Geraes. *Revista do Arquivo Público Mineiro*. Ano I, Vol 4. Ouro Preto, 1896: 673-734.

VRTIS, George; MCNEILL, John R. (Org.) *Mining North America*. Oakland: University of California Press, 2017.

CONSUMO SUSTENTÁVEL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE 2000 A 2018

*Camila Gonçalves Castro¹, Ana Clara de Souza Oliveira Pereira²,
Bruno Luiz Oliveira Campos³, Dryelle Rodrigues Freitas⁴*

Resumo: As características de produção tiveram uma evolução escandalosa com o passar do tempo, saindo de máquinas a vapor à máquinas totalmente automatizadas. A relação homem-máquina reduz à medida que a relação homem-meio ambiente cresce, principalmente no que tange à escassez de recursos e pelo consumismo exacerbado, notado ao passar das gerações. Sendo este responsável por alertar e criar estudos sobre os temas que circundam o consumo sustentável, o lixo gerado pela alta produção e as alternativas que podem ser criadas e as já existentes, principalmente por sociedade, governo e empresas para reduzir, reutilizar, reciclar produtos que não funcionam mais ou que tiveram seu ciclo de vida comprometidos. O estudo realiza a análise bibliométrica sobre a temática de produto verde, economia circular, lixo eletrônico e consumo sustentável, uma vez que são primordiais para a redução do consumo mundial, bem como a conscientização da população.

Palavras-chave: Produto verde. Economia circular. Lixo eletrônico. Consumo sustentável.

INTRODUÇÃO

Os impactos causados pelo consumo desenfreado e inconsciente refletem no meio ambiente e em toda a cadeia produtiva natural. De acordo com a Fundação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (2017) calcula-se que atualmente o consumo de recursos naturais seja 20% maior do que a oferta.

No contexto do desenvolvimento de produtos sustentáveis, o consumidor tem papel central, já que parte dele a escolha por alternativas que beneficiem o meio ambiente e cabe aos projetistas somente desenvolver novas alternativas para o mercado (MANZINI, VEZZOLI, 2002).

¹ Professora do bacharelado em Engenharia de Produção. E-mail: camila.castro@ifmg.edu.br

² Aluna do bacharelado em Engenharia de produção. E-mail: anas_oliveirap@hotmail.com

³ Aluno do bacharelado em Engenharia de Produção. E-mail: brunoluiz17@outlook.com

⁴ Aluna do bacharelado em Engenharia de Produção. E-mail: dryellerodriguesdefreitas@gmail.com

Por isso, um produto ecologicamente correto deve ser desenvolvido para satisfazer as necessidades de preservação ambiental de consumidores preocupados com essa questão; porém, é preciso levar em conta que essa é uma necessidade secundária desses consumidores (OTTMAN, 1994; CALOMARDE, 2000).

O segmento de eletrônicos se destaca no cenário de consumo previamente citado, já que a crescente tecnologia faz com que os mesmos fiquem ultrapassados de forma mais rápida, fazendo com que tenha grande descarte e rotatividade. Segundo o relatório Global E-Waste Monitor 2017 da International Telecommunication Union (ITU) realizado em 2016, foram gerados 44,7 milhões de toneladas métricas de resíduos eletrônicos, um aumento de 8% na comparação com 2014. Especialistas preveem um crescimento de mais 17%, para 52,2 milhões de toneladas métricas, até 2021. Em 2016, apenas 20%, ou 8,9 milhões de toneladas métricas, de todo o lixo eletrônico produzido foi reciclado.

O presente estudo trata de uma análise bibliométrica sobre o Consumo Sustentável e suas vertentes através de pesquisa de artigos e outros tipos de publicações sobre o tema entre os anos de 2000 e 2018 nas principais plataformas acadêmicas, destacando o objetivo de gerar conhecimento, principalmente abordando o tema produtos eletroeletrônicos e seus impactos, tanto ambientais, como na saúde. O método de pesquisa é caracterizado como exploratório-descritiva, juntamente com a pesquisa quantitativa e qualitativa para que seja possível atingir o objetivo de replicar o conhecimento adquirido ao desenvolver deste artigo.

REFERENCIAL TEÓRICO

Economia Circular

Azevedo (2015) define economia circular, ou economia restaurativa por natureza, como sendo um conceito nascido na década de 70, que pressupõe a ruptura do modelo econômico linear – extrair, transformar e descartar – atualmente aplicado pela grande maioria das empresas, para a implantação de um modelo no qual todos os tipos de materiais são elaborados para circular de forma eficiente e serem realocados na produção, sem perda da qualidade.

Já segundo a Fundação Ellen MacArthur (2010), economia circular é definida como sendo a utilização máxima de produtos, componentes e materiais, tendo como principal característica a restauração e regeneração dos mesmos durante o processo. Stahel (2016), expõe que a economia circular é o reprocessamento de bens e materiais onde há uma contração do consumo e do desperdício.

Porém, Silva (2017) relata que o conceito de economia circular ainda se confunde com o de sustentabilidade, fazendo com que as pesquisas científicas relativas ao tema ainda sejam escassas. Porém, o mais importante é perceber que já existem políticas relativas à aplicação dos fundamentos da economia circular em vários países (GEISSDOERFER *et al.*, 2017)

A economia circular fundamenta-se no ciclo da evolução contínua que resguarda e aperfeiçoa o cabedal natural, otimiza a produtividade de recursos e gera a redução dos riscos sistêmicos organizando recursos finitos e fluxos renováveis. Ademais, a economia circular, segundo a Fundação Ellen MacArthur (2010), embasa-se em três fundamentos, dentre eles:

- Preservar e ampliar o patrimônio natural;
- Aperfeiçoar a produção de capital, acarretando em mercadorias, elementos e produtos em elevado nível de benefícios, por meio de projetos desenvolvidos analisando a remanufatura, na reciclagem de tal forma que os elementos colaborem para a economia;
- Desenvolver a eficiência sistêmica, ressaltando os defeitos dos projetos e diminuir erros e problemas em serviços e produtos.

Assim, a economia circular divide dois grupos de materiais, os biológicos, que são desenhados para reinserção na natureza e os técnicos, que exigem investimento em inovação para serem desmontados e recuperados. (AZEVEDO, 2015) Além disso, Pearce e Turner (1990), destacam que a economia tradicional foi elaborada sem a propensão de reciclar ou circular, dessa forma o meio ambiente foi aludido como sendo um depósito de resíduos; uma vez que o tema economia circular está em processo de maturação.

Azevedo (2015), coloca que os princípios da economia circular revelam sua característica desafiadora. São eles:

1. Criação de modelos de negócios que agreguem valor ao produto manufaturado;

2. Criação de produtos de múltiplas utilidades;
3. Desenvolvimento de uma logística reversa que mantenha a qualidade e o custo de forma equilibrada;
4. Coordenação dos atores dentro e entre as cadeias de suprimento para criar escala e identificar usos de maior valor.

Lixo eletrônico

O lixo eletrônico é a consequência do descarte de equipamentos ou componentes eletrônicos como por exemplo, baterias, televisores, impressoras, celulares, computadores, entre outros produtos que possuam eletrônicos em seu interior (FISCHBORN *et al.*, 2006). Rocha, Ceretta e Carvalho (2010) expõe que os equipamentos eletrônicos de forma geral são compostos por vários módulos básicos que geralmente constituem-se de placas e circuitos impressos, cabos, plásticos antichama, comutadores e disjuntores de mercúrio, equipamentos de visualização, como telas de CRT (*Cathodic Ray Tube*) e de LCD (*Liquid Cristal Display*), pilhas, baterias, dentre outros. Nesse contexto, Pallone (2008) relata que o descarte incorreto de pilhas e equipamentos eletroeletrônicos, por exemplo, no lixo comum, é um grande perigo para as pessoas e o solo, já que, ao seguirem para aterros sanitários, substâncias tóxicas como o mercúrio, cádmio, zinco, manganês, cloreto de amônia e chumbo estão presentes nos materiais eletrônicos e, quando liberados no meio ambiente penetram no solo, contaminando lençóis freáticos e, aos poucos, animais e seres humanos, provocando problemas estomacais, distúrbios renais e neurológicos, bem como alterações genéticas, atuando também como agente cancerígeno, dentre outros que são tão graves e nocivos à saúde humana.

Em média, 70% dos metais pesados presentes em locais de destinação de lixo, são oriundos de equipamentos eletrônicos (OLIVEIRA, 2014). Esse tipo de resíduo muitas vezes é descartado de maneira incorreta pela falta de informação, o que causa um grande impacto no meio ambiente devido ao crescente consumo de equipamentos eletrônicos no mundo e também no país. Em 2016, o Brasil gerou 1,5 milhão de toneladas de lixo eletrônico, o segundo país que mais gera esse tipo de resíduo no continente americano, atrás somente dos Estados Unidos, que produziu em média 6,3 milhões de toneladas no mesmo ano (Global E-Waste Monitor 2017 (ITU)).

Consumo sustentável

Consumo pode ser entendido como o ato de se adquirir algo baseado em condições sociais, ambientais e de escolha (CORTEZ, 2009). Já para Ferreira (1988) o consumo consiste no ato ou efeito de se utilizar, extrair ou gastar bens ou serviços na busca pela satisfação momentânea ou não do homem, porém Toni, Larentis e Mattia (2012) afirmam que o consumo é uma ação simbólica repleta de interpretações baseadas nos princípios e convicções individuais que orientam as ações de cada ser. Esse conceito está diretamente ligado à economia, pois, ao se consumir, há o investimento de capital, sendo um bem ou serviço, fazendo a economia girar, gerando renda e empregos (FRANCISCO, 2010).

Por outro lado, o consumismo é definido pelo dicionário *Michaelis* como a prática de se consumir ou adquirir, geralmente sem necessidade, produtos ou serviços. Ou ainda como uma maneira de defender as vantagens econômicas que essa prática proporciona. Destaca-se que, para Marcuse (1968) o consumismo oculta a divergência entre as necessidades reais e as necessidades aparentes.

Schweriner (2008) destaca que, a todo momento são lançados novos produtos e serviços, o que aumenta a quantidade de opções disponíveis para a compra e acarreta em descarte de forma contínua para que seja possível produzir cada vez mais, conglomerada e denominada de sociedade do consumo.

Nesse contexto surge o novo tipo de consumo, o consumo sustentável, definido pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) como sendo um conjunto de ações ligadas a obtenção de bens ou serviços que buscam reduzir ou até mesmo eliminar os impactos ambientais. Este conceito possui algumas vertentes, como consumo verde, consumo responsável e consumo consciente. Consumo consciente é aplicado no dia a dia e diz respeito a prestar atenção nas formas de consumo, como por exemplo o desperdício de água e energia. (Ministério do Meio Ambiente, 20??)

Existem muitas teorias sobre o consumo e como medir a necessidade e satisfação do consumidor. Dentre elas, destaca-se o modelo de Kano que estabelece que para algumas condições do consumidor, a satisfação corresponde a proporção em que o serviço ou produto possui alta funcio-

nalidade. Sendo que, para que haja uma real satisfação é necessário realizar uma análise dos atributos, citados por Ross, Sartori e Godoy (2009), como sendo classificações dependentes de questões “positivas” ou “negativas”, sendo esses atributos:

- Atributo atrativo (A): este atributo é ponto-chave para a satisfação do cliente, se tiver alto grau de desempenho trará plena satisfação, porém, não trará insatisfação ao cliente se não for atendido;
- Atributo obrigatório (O): se este não estiver presente ou se o grau de desempenho for insuficiente, o cliente ficará insatisfeito, por outro lado, se estiver presente ou tiver grau de desempenho suficiente, não trará satisfação;
- Atributo unidimensional (U): quanto a este atributo, a satisfação é proporcional ao grau de desempenho, quanto maior o grau de desempenho, maior será a satisfação do cliente;
- Atributo neutro (N): refere-se aos aspectos que não são bons e nem ruins, consequentemente, eles não resultam em qualquer satisfação ou insatisfação do cliente;
- Atributo reverso (R): refere para o alto grau de desempenho resultando na insatisfação (e vice-versa, o baixo grau de desempenho resultando na satisfação) e para o fato de não ser semelhante para todos os clientes;
- Atributo questionável (Q): esta avaliação indica que a pergunta foi formulada incorretamente, ou que o cliente não entendeu a pergunta corretamente, ou que a resposta foi inconsistente.

Além disso, a melhoria no desempenho dos mesmos pode ser suficiente para aumentar a satisfação do consumidor, enquanto outros atributos possuem um índice baixo de satisfação quando seu funcionamento é extremamente aperfeiçoado (SAUERWEIN *et al.*, 1996).

Vale ressaltar que com as questões socioambientais do planeta cada vez mais em evidência, as instituições e as pessoas passam a se atentar ao consumo. Perspectiva essa que é assentida por Toni, Larentis e Mattia (2012) que evidenciam o fato de os consumidores estarem mais exigentes e minuciosos, além de consciente sobre os riscos e impactos ambientais causados não somente pelas suas ações como também pelas organizações.

Produto verde

Peattie (1995, p. 181), descreve produto verde quando o meio ambiente e seu desempenho social, em produção, utilização e disposição é melhorado significativamente em comparação com o convencional ou competitivo em ofertas de produtos.

Já Reinhardt (1998, p. 46), afirma que produtos ambientais ocorrem quando: uma empresa cria produtos que proporcionam maiores benefícios ambientais, ou que impõem menores custos ambientais do que produtos similares. Embora nenhum produto consumido tenha um impacto zero sobre o meio ambiente, nos negócios, os termos “Produtos verdes” ou “Produtos ambientais” são comumente usados para descrever aqueles que se esforçam para proteger ou melhorar o ambiente natural pela conservação de energia e/ou recursos e reduzir ou eliminar o uso de agentes tóxicos, poluição e resíduos (OTTMAN *et al.*, 2006, p. 24).

Portanto, para a correta avaliação do *Design for End of Life* (DfEoL), traduzido para *Design* para o fim da vida, é necessário levar em consideração as possibilidades de descarte do produto ao término do seu uso. Ribeiro e Gomes (2014) informam que essas decisões são descritas nos 4R:

- reduzir, descrita pela quantidade de matéria usada nos produtos;
- reutilizar, como sendo os resíduos que gerados durante a etapa de fabricação e consumo, caso não seja possível reduzir;
- reciclar, definido pela utilização como insumo para a fabricação de outros produtos, quando este não possa ser reutilizado; e
- remanufaturar, como sendo o desmonte do produto para a reutilização de seus componentes em outros produtos.

A Royal Philips (2018) é uma empresa de tecnologia diversificada, concentrada em melhorar as vidas das pessoas por meio de inovação significativa nas áreas de cuidados com a saúde, estilo de vida do consumidor e iluminação, define produto verde como:

Um produto que oferece uma melhoria ambiental significativa se comparado a um produto similar, seja um produto anterior da própria empresa ou um concorrente similar, desde que tenha um desempenho ao menos 10% melhor em pelo menos uma das seis áreas focais definidas pela empresa: eficiência energética, embalagem, substâncias perigosas, peso, reciclagem e disposição, e vida útil. Para determinar uma melhoria

ambiental geral do produto, calcula-se o impacto ambiental do produto sobre o seu ciclo de vida total, que inclui matéria-prima, fabricação, uso do produto e disposição. (Philips, 2012).

Produto verde, a que se chega com tecnologias, processos, matérias-primas e práticas que o tornam apto a não provocar, ou a provocar menos, males ao meio ambiente e à saúde humana (Portilho, 2010).

Conforme Neto (2015):

A atual preocupação com a criação de produtos sustentáveis permite que novos nichos de mercado sejam explorados. Todavia, para que a estratégia empresarial seja definida, partindo de um novo paradigma produção-consumo-descarte, consiga de fato ser executada provendo seus benefícios esperados, é necessário que exista uma comunicação entre o viés estratégico da empresa e a definição e desenvolvimento dos produtos que esta coloca no mercado.

Manzini e Vezzoli (2002), relatam que há algumas maneiras do designer de promover a sustentabilidade e uma mudança de consciência nos consumidores, uma delas é desenvolver um maior número de soluções sustentáveis para que os consumidores possam ter poder de escolha. Uma outra maneira é a observação atenta de sinais da sociedade que indiquem pequenas mudanças de comportamento para que possa aproveitá-las e traduzi-las em especificações de projetos e introduzir produtos em pequenos nichos de mercado, que podem com o tempo se ampliar e mudar a cultura de determinada região.

METODOLOGIA

O presente artigo caracteriza-se como uma pesquisa exploratório-descritiva, uma vez que reproduz o comportamento do fenômeno estudado (COLLIS; HUSSEY, 2005), bem como gera relação entre os itens, possibilitando aumentar o conhecimento relativo a determinado evento ou problemática (GIL, 2002).

No que cabe a abordagem, a mesma é composta por uma pesquisa qualitativa e quantitativa, utilizando como método técnico a pesquisa documental por meio de análise bibliométrica.

Segundo Hulme (1922), bibliometria pode ser definida como um conjunto de leis e princípios que auxiliam na determinação de fundamen-

tos teóricos. Já para Pritchard (1969), bibliometria é uma análise que tenta quantificar e qualificar todos os métodos de comunicação escrita.

Evidencia-se que, dentro da área de sustentabilidade há alguns estudos bibliométricos que corroboram para analisar o avanço do conhecimento na área sustentável. Vale ressaltar ainda, que, para haver um estudo bibliométrico é necessária uma análise da área de conhecimento estudada, bem como a maturidade da mesma; e no que cabe a área de produto e consumo sustentável a maior parte de publicações estão relacionadas a revistas internacionais e teses de mestrado e doutorado.

Assim sendo, para esse estudo foi realizada uma pesquisa bibliométrica das publicações no Portal de Periódicos CAPES, buscou-se as palavras-chave *economia circular* e *circular economy*, lixo eletrônico e *electronic waste*, consumo sustentável e *sustainable consumption*; e produto verde junto a *green product* na busca por publicações científicas no período de 2000 a 2018.

As principais revistas ligadas a pesquisa e estudo de produtos e consumo sustentável

Para um estudo relevante, as formas de pesquisas se tornam essenciais para a veracidade e qualidade de informações, ou seja, para maior aproveitamento dos conteúdos dispostos nas mídias disponíveis, é necessário se basear em revistas que tenham grande relevância no que tange ao tema estudado. Devido a este fator, as escolhas das revistas giram em torno da avaliação do periódico como um todo, tanto na quantidade de artigos publicados, bem como na avaliação do periódico, mas também, nas revistas que influenciam tanto no ramo de sustentabilidade mundial, quanto no ramo de sustentabilidade nacional. Abaixo, estão as revistas usadas como apoio para a realização da pesquisa.

Journal of Cleaner Production

De acordo com a editora Elsevier, a *Journal of Cleaner Production* é uma revista internacional, transdisciplinar, voltada para a pesquisa e a prática da Produção mais limpa, ecológica e sustentável. Cujo o objetivo é ajudar as sociedades a se tornarem mais sustentáveis. Dentro do campo de estudo Sustentável a *Journal of Cleaner Production* possuem 122.183 artigos publicados; sendo que, 883 abrangem o campo da economia

circular, 1417 abordam o lixo eletrônico, 6976 interpelam sobre consumo sustentável e 4953 expõe o produto verde.

Ao comparar as palavras-chaves notou-se que a palavra *circular economy* é um tema recente se comparado às demais abordagem dentro da área da Sustentabilidade; outro ponto observado em relação a essa palavra-chave é o fato da maioria dos artigos publicados serem de abordagem teórica e conceitual. Já no que tange às publicações relacionadas a *electronic waste*, a diferença de artigos publicados entre os anos de 2005 e 2015 mostra a ascensão de artigos publicados sobre o tema; fato este que pode ser correlacionado com o aumento da quantidade de lixo eletrônico gerado no mundo.

Salienta-se que é possível perceber que a palavra-chave *Sustainable Consumption* tem seu ápice de publicações em 2017 onde houveram 1.657 artigos científicos publicados sobre o tema. O que evidencia o aumento das pesquisas relacionadas ao consumo sustentável e concomitantemente o aumento da preocupação com o mesmo. Vale ressaltar que, no que cabe a palavra-chave *Green Product* o ano com maior quantidade de publicações sobre o tema, assim como na palavra-chave anteriormente citada é o ano de 2017, onde obteve-se a marca de 1.202 artigos científicos publicados na revista.

The International Journal of Advanced Manufacturing Technology

A editora Springer (2010) é a responsável pela revista *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, que é um periódico que oferece fórum para artigos que cobrem tópicos de pesquisa baseados em aplicativos relevantes para processos de fabricação, máquinas e integração de processos. Dentre os 14.478 artigos, 89 tratam de economia circular, 269 de lixo eletrônico, 268 relacionados a consumo sustentável e 317 tratam sobre produtos verdes. A revista é qualificada como A1 em Arquitetura, Urbanismo e *Design* no *qualis* periódicos.

Ecological Economics

Já a *Ecological Economics* é definida pela editora Elsevier como sendo uma revista interessada em ampliar e integrar a compreensão das interfaces e interações entre “a casa da natureza” (ecossistemas) e “a casa da humanidade” (a economia). Posto isto, a revista possui 38.147 artigos no campo da sustentabilidade, dos quais 135 falam sobre econo-

mia circular, 100 destacam o lixo eletrônico, 1925 abordam o consumo sustentável e 1040 explanam sobre o produto verde. O estudo das publicações demonstra a relação do ciclo de publicações das palavras-chaves dentro da revista *Ecological Economics*, onde pode se observar por exemplo, a crescente de publicações relacionadas a palavra-chave *circular economy*, no qual o ano de 2017 se sobressai com o número de 19 artigos publicados. No que concerne às publicações relacionadas a palavra *Electronic Waste* a mesma possui o menor percentual de publicações científicas na revista, se comparada às demais palavras-chaves pesquisadas. Já o maior percentual de publicações envolvendo as palavras-chaves estudadas estão relacionadas com *sustainable consumption*. Além disso, no que compete a palavra-chave *green product* é notório a oscilação no decorrer dos anos analisados.

Revista USP

A revista USP (2018) é uma revista brasileira que tem por finalidade publicar artigos sobre Ciências e as Humanidades, divulgando, de modo geral, a Cultura. Não se enquadra em seus objetivos a publicação de artigos científicos especializados. A revista é trimestral e apresenta qualificação A2 em Arquitetura, Urbanismo e *Design* no *qualis* periódicos⁵. A revista não apresenta uniformidade de publicações no que tange as palavras chaves, o que pode ser justificado por ser uma revista nacional e também pela periodicidade de publicações. Porém, ainda sim demonstra que durante o período de estudo, ela teve alguns artigos relacionados ao tema economia circular.

Não sendo foco da revista, o assunto lixo eletrônico se mostra pouco pertinente nos periódicos da revista, sendo também menos utilizado ainda para dar apoio ao restante dos temas. Na soma geral, o tema consumo sustentável é o segundo com mais publicações dentre os temas estudados neste artigo, porém, demonstra que de 5 em 5 anos, em média, o assunto se torna tema para as publicações da revista.

A revista se também teve seu ápice de publicações sobre produtos verdes quando, em 2016, teve 7 artigos publicados sobre o tema. Comparado à outras revistas, a revista USP publica pouco sobre os temas em questão, sendo que alguns, em um período de 18 anos, fora somente 1 publicação.

⁵ Pesquisa realizada em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacao-Qualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>. Acesso em: 26/04/2018.

Environmental Science and Pollution Research

A revista Environmental Science and Pollution Research foi criada em 1994 com o objetivo de servir a comunidade internacional em relação aos assuntos que estão dentro do âmbito Ciência do Meio Ambiente e afins, publicando artigos, notícias, opiniões de pesquisa, entre outros tipos de publicações.

O foco da revista são as ciências da natureza, além de também apresentar publicações sobre os impactos causados pela sociedade, controle da poluição e regulamentações que dizem respeito ao Meio Ambiente.

De acordo com as análises dos periódicos, apesar do pouco volume de artigos relacionados ao tema do estudo, é possível perceber que das palavras-chave pesquisadas, o maior número de publicações encontradas foi sobre *Electronic Waste*, possivelmente devido ao foco da revista em Ciências Naturais e Poluição Ambiental, principalmente por volta de 2015, quando uma maior quantidade de artigos sobre esse assunto foi encontrada na revista.

Por ser uma publicação com um foco específico, quando comparada com outras revistas, as palavras-chave *Circular Economy*, *Sustainable Consumption* e *Green Product*, estão pouco presentes nos artigos encontrados no período de tempo estudado e não são consideradas relevantes, pois não se relacionam diretamente com o tema da mesma.

Waste Management

A revista Waste Management, publica artigos relacionados à geração, minimização, coleta, tratamento, separação e disposição de resíduos sólidos, como resíduos de residências, resíduos provenientes de atividades agrícolas e resíduos especiais, além de estudar os aspectos que abrangem a gestão dos mesmos, avaliações econômicas e ambientais e também a educação sobre o assunto principal.

Ao analisar os artigos publicados pela revista, foi possível confirmar que o foco da publicação é o gerenciamento de resíduos, pois o maior número de trabalhos publicados no período observado, foram artigos com a palavra-chave *Electronic Waste*. Além disso, pode-se afirmar que existe uma possível preocupação com os estudos relacionados à disposição final desse tipo de resíduo no meio-ambiente, pois os trabalhos que continham o tema *Circular Economy*, aparecem em segundo lugar em relação a quantidade publicada, sendo plausível uma interação entre os dois temas.

A possível explicação para as palavras-chave *Sustainable Consumption* e *Green Product* não aparecerem em grande quantidade de artigos nesta revista, se deve ao fato da mesma ser uma publicação específica sobre resíduos sólidos e como solucionar as questões pertinentes a esse assunto.

RESULTADOS

Os resultados obtidos, através dos filtros utilizados, demonstraram que no que cabe às publicações relacionadas às palavras Economia Circular e *Circular Economy*, as mesmas passaram a ser estudadas em maior escala a partir de 2016, tendo tido um crescimento de 4 artigos em 2009 para 182 em 2017. A crescente no estudo pode ter se dado pela razão de no ano de 2015 ter sido criado uma emenda à política europeia de gestão de resíduos para introduzir conceitos pertencentes à economia circular, bem como sua divulgação (EUROPEAN COMMISSION, 2015 a, 2015 b). Na China o processo de implantação da economia circular teve seu start em janeiro de 2003 quando o governo chinês colocou em vigor a “lei de promoção da produção mais limpa”; tendo esta sido complementada pela “lei sobre prevenção da poluição e controle de resíduos sólidos”. Já em 2009 entrou em vigor a “lei de promoção da economia circular” aprovada pelo Comitê Permanente do 11º Congresso Nacional do Povo da China; lei esta que incentiva o desenvolvimento da economia circular, aumentando a eficiência da aplicação de recursos, resguardando o meio ambiente e promovendo o desenvolvimento sustentável (GENG *et al.*, 2013). No que se refere às publicações relativas ao tema lixo eletrônico, observou-se um baixo nível de publicações, tendo alcançado em 2000, 10 publicações, relevando o fato de que o tema ainda é emergente e não se popularizou a ponto de ser estudado como forma de melhoria nos processos de produção e também nos de recolhimento.

Já as publicações ligadas ao tema consumo sustentável mostrou-se mais coerente, demonstrando crescimento desde o ano 2000, chegando em 2015 com 199 artigos, o que demonstra, que até aquela data, os estudos vinham sendo relevantes para as áreas de interesse. Porém, após o ano de 2015, houve uma redução notória, chegando em 2017 com menos de 100 artigos.

Vale ressaltar que como as demais análises, a última demonstra aumento na quantidade de artigos publicados quanto ao tema produto verde, tendo seu crescente no ano de 2006, tendo 185 artigos publicados, porém a quantidade não se manteve e nos anos seguintes, o padrão voltou a ser de baixa, com menos da metade do ano de 2006. O período de 1990 a 2018 demonstra grandes alterações relacionadas à literatura de artigos relacionados a produtos verdes, principalmente, na estruturação dos artigos, onde ao passar dos anos a relação de conceitos em artigos vem diminuindo, visto que, os artigos mais atuais, tomam o termo como prévio conhecimento do leitor.

Dessa forma, foi possível perceber que após o ano de 2015, pela análise dos artigos, os estudos permeiam nos impactos socioeconômicos que a sustentabilidade traz, sempre aliado a outros temas que foram surgindo à medida que as demais variáveis ligadas ao assunto foram crescendo, como: economia circular, produto verde, lixo eletrônico, consumo sustentável. Além disso, percebe-se que nas publicações mais recentes os autores trazem características mais definitivas sobre os temas e passam a adotar que o leitor já possui um conhecimento prévio dos assuntos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho é possível concluir que o consumo sustentável é de extrema importância para a sociedade e para o mundo, uma vez que os recursos naturais e renováveis estão caminhando para a escassez. É importante salientar ainda que por meio do consumo sustentável é possível reduzir a quantidade de lixo produzida e consequentemente preservar os recursos renováveis, além de criar novas formas de construção e produção de materiais, sejam elas por reutilização ou reciclagem. Sendo que ao relacionar o consumo com a produção do lixo foi possível perceber os impactos que o consumo sustentável acarreta.

Por fim, é plausível constatar que o desenvolvimento deste artigo cumpriu com o objetivo de reunir informações sobre consumo sustentável, através de um referencial teórico com os principais autores e revistas que se sobressaem no que diz respeito ao tema proposto, além disso ajudou a entender um dos principais itens de consumo atualmente, os pro-

dutos eletrônicos, que ao final da vida e se tornam lixo eletrônico uma das principais fontes de poluição no mundo. Vale evidenciar que foram encontrados algumas limitações como poucos estudos de casos diretamente ligados ao tema. Assim como forma de dar continuidade, serão realizados estudos futuros, com aplicação de um questionário para que seja possível entender o que a sociedade comprehende esse tema e qual é a importância dada para este assunto pela mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Juliana L. *A economia circular aplicada no Brasil: Uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa*. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 13 e 14 ago. 2015.

CALOMARDE, J. V. *Marketing ecológico*. Madrid: Pirâmide y Esic Editorial, 2000.

CETEM. *Consumo Sustentável*. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/sustentavel/sustentabilidade/pdf/Lampadas_led/Consumo_Sustentavel-praticas_meio_ambiente_resumo.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2018.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. *Pesquisa em Administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

CONSUMISMO. *Michaelis*. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/busca?id=QANQ>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

CORTEZ, A. T. C. *Consumo e Desperdício: as duas faces das desigualdades*. Scielo, 2009. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/n9brm/pdf/ortigoza-9788579830075-03.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Circular economy*., Cowes, 2010. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

ELSEVIER. *Ecological Economics*. Disponível em: <<https://www.journals.elsevier.com/ecological-economics/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

ELSEVIER. *Journal of Cleaner Production*. Disponível em: <<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

ELSEVIER. *Waste Management*. Disponível em: <<https://www.journals.elsevier.com/waste-management>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

EUROPEAN COMMISSION, 2015a. *Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

EUROPEAN COMMISSION, 2015b. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2008/98/EC on waste*. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:52015PC0595>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

FIEMG. *Economia Circular*. Atualizado em 07 de fevereiro de 2017. Disponível em: <<http://https://www.youtube.com/watch?v=nmE5w656bmY&t=61s>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

FISCHBORN, M. I. S.; ARAUJO, O. A. V.; SIMONE DA PENHA PEDROSA PALCICH, L. P. F. D. O. Revista Educação Ambiental em Ação. *Lixo Eletrônico no Brasil*, 2006. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=2423>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

FRANCISCO, W. D. C. E. *Consumo Sustentável*. Mundo Educação, [2010]. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/consumo-sustentavel.htm>>. Acesso em: 1 jun. 2018.

GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N. M. P.; HULTINK, E. J. *The circular economy – a new sustainability paradigm?* Journal of Cleaner Production. v. 143, p. 757-768, 2017.

GENG, Y.; SARKIS, J.; ULGIATI, S.; ZHANG, P. *Measuring China's circular economy*. Science. v. 339, p. 1526-1528, 2013.

HULME, E. Wyndham. *Statistical Bibliography in Relation to the Growth of Modern Civilization: Two Lectures Delivered in the University of Cambridge in May, 1922*.

MANZINI, E.; VEZZOLI C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos sustentáveis*, São Paulo: Edusp, 2002.

MARCUSE, H. *A ideologia da sociedade industrial*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 1968.

MARTIN, Bridget, SIMINTIRAS, Antonis C. *The impact of green product lines on the environment: does what they know affect how they feel?* Marketing Intelligence & Planning, Vol. 13 Issue: 4, p. 16-23, 1995.

MEDEIROS, J. F. de, RIBEIRO, J. L. D. *Environmentally sustainable innovation: Expected attributes in the purchase of green products*, Journal of Cleaner Production v. 142, 240-248, 15 ago. 2017.

MEDEIROS, Janine Fleith de. RIBEIRO, Jose Luis Duarte. *Environmentally sustainable innovation: Expected attributes in the purchase of green products*. Journal of cleaner production, Volume 142, Part 1, Pages 240-248, 20 jan. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Consumo Sustentável*. Ministério do Meio Ambiente, [20--]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/conceitos/consumo-sustentavel>>. Acesso em: 3 mai. 2018.

NETO, João Amato. *A era do ecobusiness: Criando negócios sustentáveis*. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2015.

OLIVEIRA, S. S. V. D. Sustentabilidade na Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO: Um Estudo de Caso Sobre o Projeto “Gerencia-

mento do Lixo Eletrônico: Uma Solução Tecnológica e Social para um Problema Ambiental". UNIVALI. Itajaí, p. 113. 2014.

OTTMAN, J. A. *Marketing verde: desafios e oportunidades para a nova era do marketing.* São Paulo: Makron Books, 1994.

OTTMAN, J. A., STAFFORD, E. R., & HARTMAN, C. L. *Green marketing myopia.* Environment, p. 22-36, 2006.

PALLONE S. *Resíduo eletrônico: redução, reutilização, reciclagem e recuperação.* Disponível em: Acesso em: 16 ago. 2018.

PEARCE, D. W., TURNER, R. K., 1990. *Economics of natural resources and the environment*, p. 378.

PEATTIE, K. *Environmental marketing management: meeting the green.* London, UK.: Pitman Publishing. 1995.

PHILIPS. *Relatório Anual 2011-2012 – Desempenho social e ambiental.* Disponível em: <<http://www.philips.com.br/about/sustainability/relations/index.page>> Acesso em: 03 mai. 2018.

Plataforma Sucupira - Qualis Periódicos. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacao-Qualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

PORTELLA, F. *Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania.* São Paulo: Cortez, 2010.

PRITCHARD, A. *Statistical bibliography or bibliometrics?* Journal of Documentation, 1969.

ANÁLISE DA REDUÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA EM COMPÓSITOS A BASE DE CIMENTO COM INCORPORAÇÃO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ISOPOR)

*Leonardo Augusto Simões Vieira de Moura¹, Raelly Atena de Cerqueira Braga²,
Maria Angélica Vieira Pinto³, Rafael Simões Vieira de Moura⁴*

Resumo: A alta demanda atual no mercado de construção civil exige mais qualidade e desenvolvimento nos produtos consumidos no setor. A necessidade de concretos mais leves também cresce, visto que essa diminuição da densidade oferece benefícios mecânicos, acústicos e térmicos, assim como uma redução significativa na estrutura da fundação. Este artigo descreve que o poliestireno expandido (EPS/Isopor) foi utilizado para substituir agregados participantes da produção de concreto e massas cimentícias devido a sua baixa densidade, criando um produto que possui menor densidade e desejada impermeabilidade, além de ter boas propriedades termoacústicas. Foram analisadas as alterações nas propriedades térmicas em 33 amostras como consequência da adição de diferentes porcentagens de EPS (entre 0% e 100%) em compósitos de cimento.

Palavras-chave: Compósito. Poliestireno expandido. Análise térmica. Termodinâmica. Engenharia civil.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento apresentado atualmente pelos diversos setores mercadológicos cria uma crescente demanda e exigência de inovações pelos consumidores. Ao longo do tempo, essa exigência precisa ser suprida para que haja progresso de modo geral.

¹ Aluno do bacharelado em Engenharia Mecânica - IFMG Campus Congonhas. E-mail: leo.svdem@hotmail.com

² Aluno do bacharelado em Engenharia de Produção - IFMG Campus Congonhas.
E-mail: raellyatena@hotmail.com

³ Professora do Curso Técnico em Edificações - IFMG Campus Congonhas.
E-mail: mariaangelica.vieira@ifmg.edu.br

⁴ Graduado em Engenharia Mecânica - UFSJ. E-mail: rafaelsvm@hotmail.com

No âmbito da construção civil, são interessantes as inovações relacionadas a um concreto mais leve, capaz de gerar evolução no produto já amplamente utilizado ao longo dos anos. Um modo de decrescer a densidade final da argamassa é por meio do acréscimo de poliestireno expandido (EPS/Isopor) no processo de fabricação da pasta cimentícia. Devido ao fácil Acesso em: relação a quantidade e custo, à capacidade isolante, assim como à considerável resistência e à baixa densidade, esse material pode ser aplicado nas construções civis como parte da mistura nas massas cimentícias e no concreto com o intuito de evoluir as características com as quais o concreto é apresentado.

No cenário da adição de esferas de poliestireno expandido, esse composto, em quantidades predeterminadas, substitui parcialmente ou integralmente a areia no caso das massas cimentícias ou os diversos agregados utilizados na preparação do concreto. Visto que a densidade dessas esferas é inferior a 300 kg/m^3 (atingindo no máximo 40kg/m^3), o material é considerado de ultra baixo peso e o processo resulta em um produto mais leve, já que as pérolas de EPS são utilizadas como uma espécie de enchimento nos materiais compostos por outros elementos mais pesados e preenchem porções do produto que seriam preenchidas com eles, o que consequentemente culminaria em uma maior densidade final.

A partir da adição do EPS, no caso de sucesso, além dos benefícios já mencionados, a diminuição do peso da argamassa seria significativa, fator que favorece os recursos financeiros destinados ao transporte, além de possibilitar menores investimentos no processo da fundação da construção.

OBJETIVO GERAL

Este projeto tem como objetivo geral analisar o comportamento da propriedade de isolamento térmico apresentada por compósitos de cimento com a adição de EPS (isopor). A finalidade é de alcançar um produto com baixa condutividade térmica, ou seja, elevado isolamento térmico, dificultando o trânsito de calor. Além disso, é importante que o material final possua baixa densidade e adequada resistência mecânica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a influência da adição de diferentes quantidades de poliestireno expandido na massa cimentícia (entre 0% e 100%) nas propriedades apresentadas pelo cimento. Estes compósitos, preparados com cimento Portland comum como base, com adição de água na proporção de 40% em relação a matriz e com areia fina com a proporção de 10%.

A análise será realizada a partir da observação e da comparação das propriedades apresentadas por meio do estudo térmico da pasta cimentícia sem aditivos, bem como do compósito com EPS agregado.

Desse modo, a comparação entre as diferentes porcentagens será utilizada como meio de entender qual seria a proporção ideal para que o produto possua as melhores propriedades em relação ao isolamento térmico (baixa condutividade térmica) e a sua densidade.

METODOLOGIA

O EPS

O poliestireno expandido (EPS) é altamente conhecido no Brasil como Isopor, foi descoberto na Alemanha pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz. Este material é um plástico resistente proveniente da polimerização do estireno em água (ABRAPEX). O agente expansor é o pentano, um hidrocarboneto que reage rapidamente e não causa implicações ao meio ambiente. Portanto, não são utilizados gases prejudiciais à natureza, como os CFCs.

As pérolas, que compõem o EPS, são expandidas até 50 vezes em relação a seu tamanho original a partir do aquecimento por meio do vapor de água. Após essa expansão, a composição das pérolas é de 98% de ar e 2% de poliestireno (ABRAPEX, 2018), que corresponde a sua massa, fator que justifica a baixa densidade.

É importante ressaltar também que os EPS podem ser reciclados e utilizados novamente após uma primeira aplicação, o que pode diminuir a criação de demasiados resíduos desnecessários no meio ambiente. O EPS é separado, limpo, triturado, cristalizado e transformado em pellets novamente. A sua reutilização pode ser para:

*Produção de energia elétrica térmica;
Fabricação de novos objetos de plástico;
Fabricação de colas, solventes (MUNDO ISOPOR, 2018).*

Algumas de suas características importantes são:

Leveza: fator alcançado devido a sua baixa densidade e elevada proporção de ar presente em sua composição;

Alta resistência térmica: a grande porcentagem de ar na composição das pérolas expandidas dificulta a transferência de calor, já que a mobilidade do mesmo é quase nula no interior do material, tornando-o um bom isolante;

Elevada resistência mecânica: apesar da leveza, a resistência pode ser superior a alguns solos, o que tem extrema importância no que tange à segurança em construções civis;

Baixo custo e longa vida útil: a acessibilidade é um fator favorável ao uso do EPS, dado que possui um peso reduzido. Além disso, a partir da aplicação do mesmo, a duração do mesmo é vantajosa, já vida útil do produto é extensa, diminuindo as chances de necessidade de substituí-lo por outro produto ao longo do uso;

Baixa absorção de água: não é higroscópico, ou seja, não possui facilidade de absorver umidade, o que contribui com a propriedade de isolamento térmico.

Sendo assim, a associação das propriedades anteriormente citadas provoca grande interesse de uso na construção civil em conjunto com materiais já utilizados.

O Cimento

O cimento (do latim *cæmentu*) é um material que ao entrar em contato com a água adquire uma elevada resistência mecânica por meio de uma reação exotérmica de cristalização de produtos hidratados. Este material é o principal aglomerante utilizado nas construções ao redor do mundo.

O uso de materiais cimentícios ocorreu de diferentes maneiras ao longo da história. No Egito, era comum a utilização de gesso para a execução de funções atualmente executadas pelo cimento. Já os gregos e ro-

manos utilizavam calcário calcinado, que depois era adicionado a cinzas vulcânicas, o que fazia com que a argamassa se enrijecesse até mesmo em construções abaixo da água. A reação entre a sílica e a alumina presentes nos restos vulcânicos e a cal, produzia o cimento pozolânico (devido à proximidade de Pozzuoli).

O cimento Portland foi patenteado após o inglês Joseph Aspdin produzir um pó fino a partir de pedras calcárias e argila, que depois de seca, essa mistura se tornava tão dura quanto as pedras já utilizadas nas construções na época. O principal item presente na composição dos cimentos Portland é o clínquer, que atua como fonte de Silicato Tricálcico (CaO_3SiO_2) e Silicato Dicálcico (CaO_2SiO_2), compostos responsáveis pela propriedade de ligante hidráulico, o que proporciona grande resistência mecânica após o processo de hidratação.

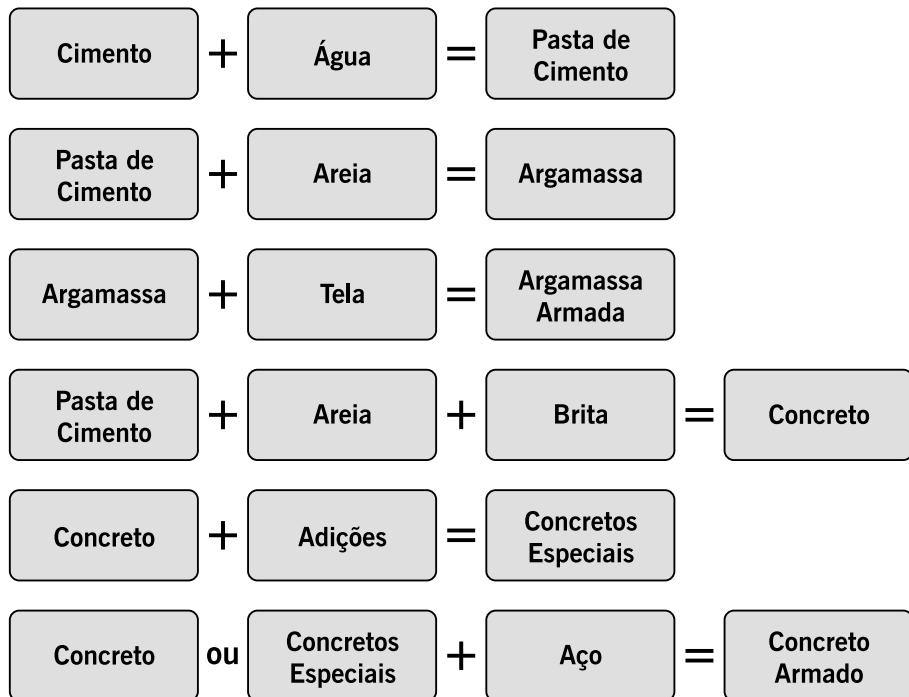
A etapa mais complexa da fabricação do cimento é a produção do clínquer, que exige custos elevados e devido à localização das matérias-primas, demanda uma localização próxima às jazidas. Após a produção, o clínquer é moído e diluído em gesso, calcária e/ou escória siderúrgica para atingir o produto desejado.

Concreto

O concreto é resultado da mistura entre cimento, água, agregado (pedra) e areia. O cimento, ao ser hidratado, forma uma pasta aglomerante de alta resistência que é complementada com fragmentos de pedras e areia. A proporção dos agregados na produção do concreto varia, o que faz com que existam diversos tipos desse material com características específicas (Figura 1). É essencial uma boa distribuição de componentes no compósito de modo a evitar a porosidade, que gera consequências na resistência e na permeabilidade, uma vez que essas características são fundamentais em um produto de qualidade.

É de extrema importância o controle adequado da água utilizada na composição do cimento em relação à qualidade (fator água/cimento (a/c)), bem como à quantidade da substância. Uma quantidade de água inferior à necessária dificulta as reações químicas entre a água e o cimento, que se tornam insuficientes, enquanto uma quantidade superior à ideal faz com que o concreto possua muitos poros, fator que diminui sua resistência e também cria uma desvantagem.

Figura 1. Composição do concreto e agregados.



Fonte: Os autores.

Concreto com Adição de Isopor

Neste experimento, a matriz do compósito é o cimento Portland comum, enquanto a fase dispersa é composta por esferas de isopor de diâmetro <3mm. O molde utilizado é feito de pvc e está de acordo com a ABNT NBR 5738/03, a qual exige que o mesmo tenha a sua altura com o dobro do seu diâmetro. A proporção da fase de partículas de isopor na matriz cimentícia será de amostras com variação de 0% a 100% de isopor em relação à quantidade de cimento. A quantidade de areia fina adicionada como agregado será mantida constante, assim como a proporção de água adicionada ao compósito se manterá fixa na razão (água / cimento) durante todo o projeto. Os valores e a porcentagem de cada item estão descritos na tabela abaixo (na Tabela 1).

Tabela 1. Composição para a fabricação dos compósitos.

Composição	Cimento (g)	Areia - 10% da massa de cimento (g)	Água - 40% da massa de cimento (g)	% de Isopor 2	Isopor (g)
CP 01	450,00	45,00	180,00	10%	0,85
CP 02	450,00	45,00	180,00	20%	1,69
CP 03	450,00	45,00	180,00	30%	2,54
CP 04	450,00	45,00	180,00	40%	3,39
CP 05	450,00	45,00	180,00	50%	4,23
CP 06	450,00	45,00	180,00	60%	5,08
CP 07	450,00	45,00	180,00	70%	5,92
CP 08	450,00	45,00	180,00	80%	6,77
CP 09	450,00	45,00	180,00	90%	7,62
CP 10	450,00	45,00	180,00	100%	8,46

Fonte: os autores.

Para a produção das argamassas, adicionou-se o cimento, a areia, a água e isopor em um recipiente onde os mesmos foram misturados até obter a consistência própria de uma argamassa.

Resultados

Observação Física

Notou-se um decréscimo no valor da densidade proporcional à quantidade de poliestireno, de maneira que a densidade diminui à medida que se adiciona poliestireno. Esta diminuição ocorre devido à baixa densidade do mesmo, que, agregado ao cimento, reduz o montante máscico do compósito, consequentemente diminuindo sua densidade. Apesar das amostras entre 0% e 70% (Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9) terem ficado com um bom acabamento, a distribuição do EPS não ficou uniforme. Devido à diferença de densidade, a água se concentrou mais na parte baixa da amostra, enquanto o EPS se predispôs ao topo, fazendo com que a distribuição de peso ficasse desigual.

Figura 2. Amostra com 0% de EPS.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 3. Amostra com 10% de EPS.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 4. Amostra com 20% de EPS.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 5. Amostra com 30% de EPS.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 6. Amostra com 40% de EPS.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 7. Amostra com 50% de EPS.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 8. Amostra com 60% de EPS.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 9. Amostra com 70% de EPS.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 10. Amostra com 0% de gesso.

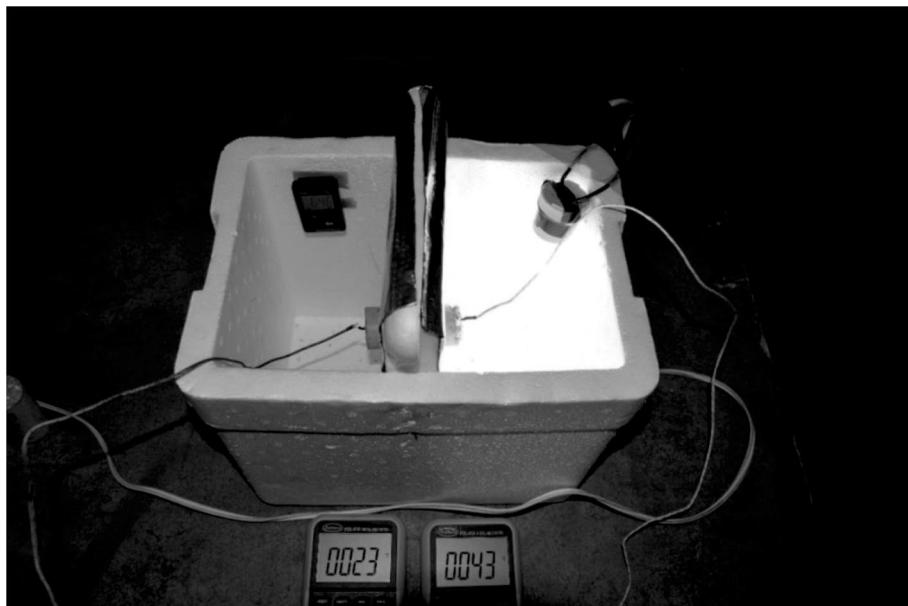


Fonte: Autores, 2018.

As amostras de gesso na Figura 10 foram feitas somente com o gesso e água.

A Figura 11 ilustra o experimento:

Figura 11. Experimento.



Fonte: Os autores, 2018.

Análise de dados

A análise térmica dos compósitos produzidos foi realizada através da relação dos dados coletados nos ensaios pelos sensores térmicos (termopares). As equações utilizadas para a obtenção dos resultados estão descritas abaixo.

Considerando-se que a potência térmica de condução (q_{cond}) é igual à potência térmica de convecção (q_{conv}), obtém-se a Eq. 1:

$$(q_{cond}) = (q_{conv}) \quad (\text{Eq. 1})$$

Tendo-se que o coeficiente de condutividade térmica (k) é igual à potência térmica de condução (q_{cond}) multiplicado pela razão entre o comprimento longitudinal (L) e a área da seção transversal (A) multiplicada pela diferença entre a temperatura inicial no corpo de prova (T_{s1}) e a temperatura final no corpo de prova (T_{s2}), chega-se à Eq. 2:

$$k = q_{cond} \cdot \frac{L}{A \cdot (T_{S1} - T_{S2})} \quad (\text{Eq. 2})$$

Sabendo-se que a potência térmica de convecção (q_{conv}) é a relação entre a área da seção transversal (A), o coeficiente de transmissão de calor por convecção (h) e a diferença entre a temperatura inicial do corpo de prova (T_{S1}) e a temperatura ambiente inicial (T_{AMB}), tem-se a Eq. 3:

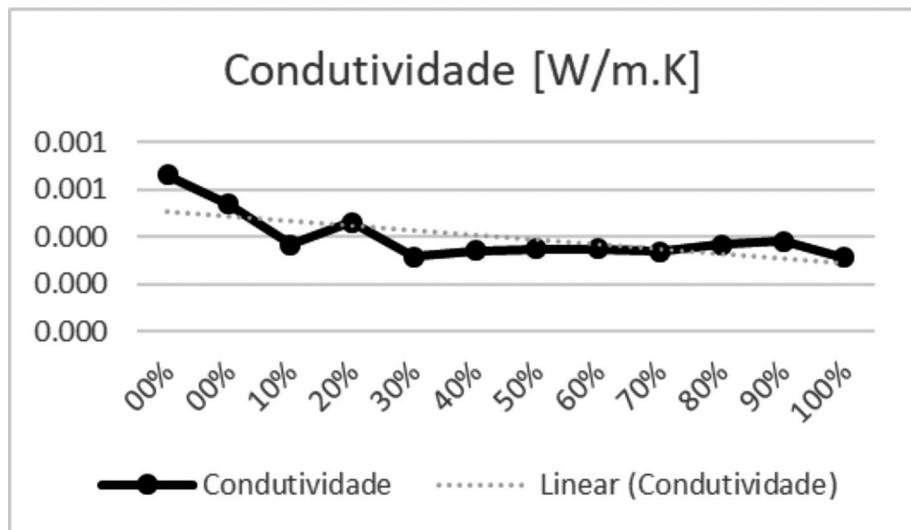
$$q_{conv} = h \cdot A \cdot (T_{S1} - T_{AMB}) \quad (\text{Eq. 3})$$

Substituindo a equação 3 na equação 2, tem-se a equação 4:

$$k = \frac{h \cdot e \cdot (T_{S1} - T_{AMB}) \cdot L}{(T_{S1} - T_{S2})} \quad (\text{Eq. 4})$$

Utilizando a Eq. 4, descrita acima, obtiveram-se os resultados o coeficiente de condutividade térmica (k) dos compósitos estudados, os quais estão representados na tabela abaixo (Tabela 2):

Tabela 2. Coeficiente de condutividade térmica por porcentagem de EPS.



Fonte: Os autores, 2018.

A medição de valor atípico do coeficiente de condutividade térmica (**k**) na amostra de 20% se justifica em função de uma das três amostras apresentar metade do valor do comprimento longitudinal (**L**).

CONCLUSÃO

Após o recolhimento e a análise dos dados obtidos, constatou-se que os compósitos com EPS (mesmo na proporção de 10%, a mais baixa) apresentou uma melhora significativa de condutividade térmica em relação ao compósito sem o EPS. Conforme o gráfico descrito, a condutividade térmica foi otimizada em 44,73% já na primeira variação. Mesmo na concentração inicial, a amostra se mostrou melhor que o gesso, cuja condutividade térmica alcançada nos testes foi de 0,475 ($W/m \cdot K$). Além disso, o peso das amostras reduziu gradativamente e de forma notória de acordo com o aumento da proporção do EPS. A consequência negativa é que as amostras apresentaram muitas descontinuidades externas nas proporções de 90% e 100% de isopor. Dessa forma, o objetivo do projeto de melhorar a condutividade térmica do composto cimentício com a adição de isopor foi alcançado, já que a amostra se mostrou mais leve e mais eficaz na retenção da variação de temperatura que o gesso e, consequentemente, muito mais eficiente que o composto tradicional de cimento.

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

[**q_{COND}**] Potência térmica condutiva (W)

[**q_{CONV}**] Potência térmica convectiva (W)

[**T_{s1}**] Temperatura medida no início da seção longitudinal do corpo de prova (K)

[**T_{s2}**] Temperatura medida no fim da seção longitudinal do corpo de prova (K)

[**T_{AMB}**] Temperatura ambiente (K)

[**A**] Área de seção transversal do corpo de prova (m^2)

[**L**] Comprimento longitudinal do corpo de prova (m)

[**k**] Coeficiente de condutividade térmica ($W/m \cdot K$)

[**h**] Coeficiente de convectividade térmica ($W/m^2 \cdot K$)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 5738/03. Concreto. *Procedimentos para moldagem e cura de corpos de prova.*

ABRAPEX. *Associação Brasileira de Poliestireno Expandido – Características.* Disponível em: <<http://www.abrapex.com.br/02Caracter.html>>. Acesso em: 24/08/2018.

GUIDIO, Bruno Peruqui; NUNES, Paloma Montecino; CAMPOS, Cassio Fabian S. *ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO CONCRETO PRODUZIDO COM POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS).* *Colloquium Exactarum*, Presidente Prudente, v. 6, n. 4, Nov-Dez. 2014. p. 40-48.

MUNDO ISOPOR. *Descarte de eps isopor®: você faz do jeito certo?* Disponível em: <[https://www.mundoisopor.com.br/sustentabilidade/descarte-de-eps-isopor-voce_faz_do_jeito_certo&utm_medium=email&utm_source=RD+Station](https://www.mundoisopor.com.br/sustentabilidade/descarte-de-eps-isopor-voce-faz-dojeitocerto?utm_campaign=descarte_de_eps_isopor_voce_faz_do_jeito_certo&utm_medium=email&utm_source=RD+Station)>. Acesso em: 15/09/2018.

NEVILLE, A. M. *Propriedades do Concreto.* São Paulo: Bookman Editora, 2015.

WAGNER STOCCO, DAVID RODRIGUES, ADRIANA PETITO DE ALMEIDA SILVA CASTRO. *Concreto leve com uso de EPS.* COBENGE. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/10/artigos/612.pdf>>. Acesso em: 29/08/2018.

Warlen Librelon de Oliveira, Alexandre Alex Barbosa Xavier, Pollyanna Marques de Souza, et al., *Determinação do coeficiente de condutividade térmica de compósitos constituídos a partir da fibra de coco.* VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental [on-line] Disponível em: <<http://npa.newtonpaiva.br/iniciacaocientifica/?p=938>>. Acesso em: 15/08/2018.

ANÁLISE DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM EMPRESAS DO SETOR TÊXTIL E VESTUÁRIO: UM ESTUDO COMPARATIVO LUSO- BRASILEIRO

*Amanda Daniele de Carvalho¹, Larissa Diniz Nazareth²,
Renata Veloso Santos Policarpo³*

Resumo: Tendo em vista a importância da indústria têxtil e de vestuário no Brasil e em Portugal e a crescente disposição da sociedade em investigar as medidas sustentáveis implementadas pelas organizações, bem como a sua evidenciação, esta pesquisa teve por objetivo principal comparar os indicadores de sustentabilidade em indústrias têxteis e de vestuário no Brasil e em Portugal. Para isso a pesquisa classificou-se por descritiva e explanatória, bibliográfica e documental, deteve natureza aplicada e utilizou a combinação de abordagens qualitativas e quantitativas. Os achados demonstraram que as indústrias brasileiras detêm maior evidenciação de informações ambientais do que as portuguesas embora ainda não abranjam uma quantidade considerável que proporcione assertiva e confiável avaliação da sustentabilidade exercida.

Palavras-chave: Indicadores de sustentabilidade. Evidenciação de informações ambientais. Práticas sustentáveis. Indústria têxtil e de vestuário.

INTRODUÇÃO

O tema sustentabilidade encontra-se em destaque devido à necessidade de organizar novas técnicas e processos produtivos que levem em consideração a capacidade de suporte dos recursos ambientais (FRANCO, 2000). De acordo com Hanley (2000), embora a origem seja do nível macro, o conceito de desenvolvimento sustentável tem sido crescentemente aplicado às empresas. É aceitável o fato de que sem a

¹ Bacharel em Engenharia de Produção - IFMG Campus Congonhas. E-mail: amandadcarvalho@hotmail.com

² Aluna do bacharelado em Engenharia de Produção - IFMG Campus Congonhas. E-mail: larissadiniz21@gmail.com

³ Professora do departamento de Engenharia de Produção - IFMG Campus Congonhas.

E-mail: renataveloso@ifmg.edu.br

contribuição das organizações produtivas, a sociedade dificilmente alcançará o desenvolvimento sustentável, uma vez que representam os recursos produtivos da economia (BANSAL, 2002). Com pensamento análogo, os autores Azapagic e Perdan (2000) defendem que apesar da indústria ser vista como fonte da degradação ambiental, é notório que constituem parte essencial para o desenvolvimento e criação de riquezas, entretanto, deve desempenhar o seu papel na criação de um futuro sustentável.

A definição de sustentabilidade é algo de difícil compreensão, visto que aborda distintas dimensões, que ao longo do tempo refletiu na necessidade da construção de indicadores (BELLÉN, 2005). Miranda e Teixeira (2004) informam que para avaliar a sustentabilidade em um determinado local é preciso a reunião de diferentes informações que possam traduzir o grau que se encontra. Para tanto, os indicadores são importantes ferramentas de avaliação, desde que seja possível relacioná-los aos conceitos e princípios de sustentabilidade.

Logo, o objetivo principal do presente trabalho é comparar os indicadores de sustentabilidade que são evidenciados por empresas do setor têxtil e de vestuário do Brasil e de Portugal, uma vez que essas indústrias possuem grande relevância para a economia dos dois países. A indústria têxtil e de confecção brasileira possui destaque mundial, sendo a quarta maior em confecção e a quinta maior indústria têxtil do mundo, fechando o ano de 2017 com um faturamento de R\$ 144 bilhões (ABIT, 2017; CNI, 2017). Em Portugal, estes setores são muito representativos no espaço nacional, tendo significativa participação nas exportações totais, nos volumes de negócios, na produção e nos empregos oferecidos pela indústria transformadora do país (ATP, 2013).

Complementarmente, esta pesquisa tem como objetivos específicos: identificar os impactos ambientais causados pelas indústrias têxteis e de vestuário, detectar os indicadores de sustentabilidade divulgados nas demonstrações contábeis e em outros documentos das empresas do segmento têxtil e de vestuário no Brasil e em Portugal e comparar o panorama das empresas têxteis e de vestuário brasileiras com as portuguesas quanto à disponibilidade de informações sobre medidas sustentáveis.

Com a finalidade de atingir os objetivos propostos foram efetuadas pesquisas bibliográficas para definição do arcabouço teórico, levando em

consideração as principais práticas sustentáveis nos segmentos analisados. Posteriormente, realizaram-se análises das informações obtidas por meio da coleta de dados em documentos que são disponibilizados pelas próprias empresas, por fim, possibilitando uma comparação entre os panoramas dos países.

REFERENCIAL TEÓRICO

Impactos Ambientais das indústrias têxteis e de vestuário

As transformações atuais, atribuídas à intensa influência antropológica na natureza, têm chamado a atenção da sociedade para a necessidade de uma melhor gestão dos recursos naturais (TORRE, P. Y. G; ALVES. J. C. M; CORRÊA, S. F, 2018). No setor industrial, Donaire (1999) cita possíveis motivos que incentivam as organizações atentarem para as questões ambientais referentes ao seu processo produtivo, ainda considerando os impactos gerados por este: sentido de responsabilidade ecológica, requisitos legais, salvaguarda da empresa, imagem, proteção pessoal, pressão do mercado, qualidade de vida e lucro. Sendo assim, as indústrias têxteis e de vestuário tem almejado o aprimoramento de seus processos, tornando as organizações mais eficientes e competitivas, produzindo benefícios sociais, econômicos e ambientais (DEBASTIANI; MACHADO, 2012).

O setor têxtil e de vestuário possui um processo produtivo altamente diversificado. Estas possuem todas as etapas do processo têxtil, por exemplo, fiação, tecelagem e o beneficiamento, outras podem ter apenas um dos processos, mas além dos processos principais a indústria têxtil pode ter vários processos intermediários (RIBEIRO, R. B *et al.*, 2010). Levando em consideração esse fato foram levantados os principais e mais recorrentes impactos ambientais causados pela indústria têxtil e de vestuário, sendo estes: a) geração de resíduos sólidos (SINDITÊXTIL, 2009,); b) utilização de agrotóxicos e fertilizantes na produção de fibras (BRASIL, 2011); c) uso excessivo de água (RIBEIRO, R.B *et al.*, 2010); e a d) produção de resíduos perigosos e substâncias químicas (ABRELPE, 2011).

Caracterização dos indicadores de sustentabilidade

A sustentabilidade apresenta conceitos e designações diversificadas abordadas por vários autores (SCOTT, 2002; ADEODATO, 2005; VEIGA, 2005; SLIMANE, 2012). O conceito mais utilizado nos dias atuais é publicado no documento “Nosso Futuro Comum” da Comissão Mundial sobre o meio Ambiente e o Desenvolvimento (WCED) (GRAY; MILNE, 2002). Também conhecido por Relatório *Brundtland*, conceitua o desenvolvimento sustentável como:

[...] um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 49).

Isto é, deve-se atender as demandas atuais ao passo que não comprometa as necessidades futuras (CURY, 2012; MANO *et al.*, 2010; DIAS, 2011, RODRIGUES, 2012). Dias (2011), Yamaguchi (2013), Neto e Froes (2004), Coral (2002) corroboram com os pensamentos de Elkington (1994) e consideram que a sustentabilidade possui três dimensões: econômica, social e ambiental, que formam o Tripé da Sustentabilidade, também conhecido por *Triple Bottom Line*.

A dimensão social diz respeito à gestão dos recursos humanos de uma organização ou da sociedade em geral (PEREIRA *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2012; CORAL, 2002). A dimensão econômica está relacionada à sustentabilidade da empresa dentro do cenário competitivo (CORAL, 2002; ELKINGTON, 1994). A dimensão ambiental abrange todas as ações e posicionamentos da sociedade ou de uma empresa perante o meio ambiente (PEREIRA *et al.*, 2016).

Sendo o conceito de sustentabilidade algo diversificado e que engloba diversas abordagens é possível inferir que as raízes do que futuramente poderia ser denominado como indicadores de sustentabilidade demorariam a se consolidar no campo científico. O mais importante trabalho científico surgiu em 1989 por meio de Herman E. Daly, que definiu o Índice de Bem – estar Econômico Sustentável (VEIGA, 2010).

Atualmente, existem inúmeras tentativas de definições pela literatura do que poderia ser considerado como indicadores de sustentabilidade

de. A Agência Europeia do Ambiente, diz que indicador é uma “medida, geralmente quantitativa, que pode ser usada para ilustrar e comunicar, de forma simples, fenômenos complexos, incluindo tendências e progresso ao longo do tempo” (EEA, 2005, p. 7). Logo, pode-se dizer que Indicadores de sustentabilidade (IdS), por sua vez, representam “uma ferramenta absoluta de medição ambiental que, com base numa comparação entre o presente e a situação sustentável, mostra até que ponto os objetivos de sustentabilidade são cumpridos” (RAGAS *et al.*, 1995, p. 123). Sendo assim, pode-se concluir esse tópico afirmando que os indicadores de sustentabilidade atuam como ferramentas pedagógicas que explicam o conceito de desenvolvimento sustentável (VAN BELLEN, 2006).

Considerando estudos desenvolvidos por vários pesquisadores destaca-se que existe uma vasta gama de indicadores de sustentabilidade, com várias aplicações. Alguns autores demonstram que é possível elaborar os próprios indicadores de sustentabilidade para análise, baseados em bibliografias e documentos (ZAMCOPÉ; ENSSILIN; ENSILIN, 2012; BORGES, 2012). Outros informam indicadores presentes em relatórios, como os relatórios de sustentabilidade (ALTOÉ; PANHOCA; ESPEJO, 2017), relatórios anuais (ALMEIDA; SANTOS, 2016), relatórios de avaliação ambiental estratégica (SILVA; SELIG; MORALES, 2012), balanço social (MAÇAMBANNI, 2013) e pacto global (COSTA *et al.*, 2016).

Ademais, percebeu-se que informações publicadas pelo governo como Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Produto Interno Bruto (PIB) e expectativa de vida podem ser empregados na avaliação de sustentabilidade. Dentre os indicadores mais abordados entre os pesquisadores estão o Relatório de Sustentabilidade da *Global Reporting Initiative* (GRI) e seus indicadores, o ISE (Índice de Sustentabilidade Empresarial), a Pegada Hídrica, os Indicadores Ethos e os Indicadores Financeiros ou Contabilidade Ambiental.

METODOLOGIA

Tendo como base a classificação metodológica proposta por Silva (2004), o presente estudo foi categorizado em procedimentos técnicos, abordagem, natureza e objetivos, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1. Classificação da pesquisa.

Natureza	Abordagem	Objetivos	Procedimentos técnicos
• Aplicada	• Qualitativa • Quantitativa	• Descritiva • Explanatória	
			• Bibliográfica • Documental

Fonte: Elaboração própria.

Quantos aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como explanatória e descritiva. Descritiva, pois descreve o perfil e as propriedades de determinada população ou fenômeno (GIL, 1995; VERGARA, 2007) e explanatória devido pesquisa de relação entre variáveis (YIN, 2001). Em relação aos procedimentos técnicos, classifica-se em bibliográfica e documental, visto que é efetuada a partir de estudos já produzidos, especialmente livros e artigos científicos e faz uso de materiais que ainda não receberam tratamento analítico (GIL, 2009). Ademais, pesquisa por fontes múltiplas e dispersas, como tabelas estatísticas, relatórios empresariais e documentos oficiais (FONSECA, 2002).

Detém natureza aplicada, uma vez que gera conhecimento com aplicação prática (SILVA, 2004) e utiliza abordagem que combina métodos qualitativos e quantitativos, posto que dispõe de uma visão investigativa que visa a compreensão de um fenômeno e a caracterização do objeto em estudo e ao mesmo tempo, possui uma finalidade específica, objetiva e proporciona resultados aptos a verificações e reverificações (LIMA, 2001).

Objetivando comparar os indicadores de sustentabilidade evidenciados por empresas luso-brasileiras do setor têxtil e vestuário, analisaram-se dados secundários, disponibilizados nos documentos, nas demonstrações contábeis e nos sites das dez maiores indústrias do segmento têxtil e de vestuário do Brasil e de Portugal conforme Valor Econômico (2017) e AEPortugal (2014), visando identificar os indicadores de sustentabilidade. As empresas consideradas estão informadas no Quadro 1.

Quadro 1. Indústrias luso-brasileiras do segmento têxtil e de vestuário.

Brasil	Portugal
Alpagartas	Polopiqué
Coteminas	Continental indústria têxtil do Ave
Grandene	Cotesi
Calçados Beira Rio	Lankhorst Euronete Portugal
Vicunha Têxtil	Riopele Têxteis, SA
Cia. Hering	TMG
Dass Sport&Style	Petratex
Arezzo	Lameirinho
Vulcabras azaleia	Cofemel
Dobrevê Participações	Cordex

Fonte: Adaptado de Valor Econômico (2017) e AEP (2014).

Com os resultados de cada país, comparou-se o cenário das empresas têxteis e de vestuário brasileiras com as portuguesas do mesmo setor, em relação à prática e disponibilidade de informações sobre as medidas sustentáveis.

RESULTADOS

Indicadores de Sustentabilidade nas indústrias brasileiras

Com o intuito de identificar os indicadores de sustentabilidade evidenciados pelas indústrias do setor têxtil e de vestuário do Brasil, pesquisou-se os documentos publicados pelas empresas em seu site e, no caso das de capital aberto, no da BM&FBovespa. Foram encontrados indícios da contabilidade ambiental nas demonstrações financeiras de apenas duas organizações: Vulcabras e Grendene. Este informa em seu Formulário de Referência investimentos e despesas em gestão ambiental, àquele evidencia em suas demonstrações financeiras a despesa com manutenção, limpeza e meio ambiente. Entretanto, considera-se pouca informação perante a abrangência da contabilidade ambiental.

Investigando os sites foi possível identificar alguns indicadores de sustentabilidade evidenciados. A Alpagartas possui uma aba sobre responsabilidade socioambiental, informa programas sociais e iniciativas ambientais como a conscientização e treinamento em educação ambiental, redução de consumo de energia e de água. Ademais, exibe alguns resultados dessas iniciativas.

A Grendene publica formulários de referência que apresentam algumas informações ambientais, como os objetivos de redução de desperdício, reciclagem, otimização de recursos, redução de consumo de água e energia e os investimentos e despesas em gestão ambiental. A Vicunha Têxtil detém aba de responsabilidade social e ambiental onde informa projetos desenvolvidos e expõe as certificações ISO9001 e ISO14001 bem como o selo OEKO TEX®.

A Cia. Hering emitiu relatório de sustentabilidade em todos os últimos cinco anos e manifesta o projeto moda sustentável que busca desenvolver questões sociais e ambientais. A Dass Sport&Style dispõe da aba sustentabilidade, que aborda crescimento econômico, cuidado ambiental e as práticas empregadas como a redução de resíduos, reutilização de água, o desenvolvimento social e alguns projetos desenvolvidos.

A Arezzo não possui informações sobre sustentabilidade em seu site, embora tenha emitido relatório de sustentabilidade nos anos de 2012 e 2013. Similarmente, a Vulcabras Azaleia não detém informações sustentáveis em seu site, mas informa em suas demonstrações contábeis despesa com manutenção, limpeza e meio ambiente. Calçados Beira Rio e Coteminas não exibem qualquer informação sobre sustentabilidade, tão pouco evidenciam indicadores.

A principal componente da Dobrevê Participações é o Grupo Malwee, portanto, o objeto de análise. Possui uma aba sustentabilidade, onde se percebe significativo empenho da empresa com o meio ambiente. Criou o plano 2020 com o objetivo de tornar-se referência mundial quanto ao desempenho ambiental junto aos *stakeholders*. Emite relatórios de sustentabilidade conforme diretriz GRI. O Quadro 2 informa o resumo dos resultados obtidos.

Quadro 2. Resumo da evidenciação das indústrias brasileiras.

Empresa	Evidenciação
Alpagartas	Exibe programas sociais e iniciativas ambientais e os resultados obtidos
Grendene	Utiliza pequena parte da Contabilidade Ambiental e informa objetivos futuros para o desempenho com o meio ambiente
Vicunha Têxtil	Informa projetos desenvolvidos e apresenta as certificações e selo
Cia. Hering	Emite relatório de sustentabilidade cria projetos socioambientais
Dass Sport&Style	Mostra brevemente as três dimensões crescimento econômico, cuidado ambiental e desenvolvimento social
Arezzo	Emite relatório de sustentabilidade
Vulcabras azaleia	Informa pequena parte da Contabilidade Ambiental
Dobrevê Participações	Demonstra grande empenho com a sustentabilidade e emite relatório de sustentabilidade conforme diretriz GRI.
Coteminas	Não fornece informações
Calçados Beira Rio	Não fornece informações

Fonte: Elaboração própria.

A partir das informações encontradas nota-se que as empresas brasileiras de maior evidenciação ambiental são a Cia. Hering, a Arezzo e a Dobrevê Participações, uma vez que emitem relatórios de sustentabilidade que abrangem as dimensões ambiental, social e econômica que permitem uma avaliação da sustentabilidade da empresa por parte dos *stakeholders*, considerando o *Tripé da Sustentabilidade*. As outras empresas que apresentaram informações ambientais não forneceram dados suficientes para esse feito. Ademais, duas empresas – a Coteminas e a Calçados Beira Rio – não evidenciaram nenhuma informação que as ligue à sustentabilidade.

Indicadores de Sustentabilidade nas indústrias portuguesas

Para avaliar os indicadores de sustentabilidade evidenciados pelas indústrias têxteis e de vestuário portuguesas, pesquisou-se inicialmente por documentos disponibilizados pelas dez organizações da amostra. Descobriu-se que as demonstrações contábeis não são disponibilizadas

ao público, mesmo as sociedades anônimas, mas estão contidas em base de dados de empresas que fornecem informações sobre negócios por meio de planos pagos mensalmente.

Os pesquisadores entraram em contato com uma dessas empresas que forneceram, com a condição de manutenção do sigilo das mesmas, os documentos de apenas quatro empresas:

- Relatório Financeiro Detalhado de 2016 da Polopique - Comércio e Indústria de Confecções, S.A;
- Relatório Financeiro Detalhado de 2015 da Riopele - Têxteis, S.A;
- Relatório Financeiro Detalhado de 2014 da Lankhorst Euronete Portugal, S.A;
- Relatório Financeiro Detalhado de 2013 da Continental - Indústria Têxtil do Ave, S.A.

Nestes documentos realizou-se a procura por informações contábeis relacionadas ao meio ambiente, como ativos, passivos, receitas e gastos ambientais. Essa busca não obteve êxito, e foi encontrada apenas informações que não possuem caráter associado a aspectos ambientais. Logo após, realizou-se a busca por documentos de especificidade ambiental nos sites das empresas, como os relatórios de sustentabilidade e os balanços sociais.

A Polopique possui uma aba no site especialmente voltada para a sustentabilidade, entretanto, não dispõe um sistema de evidenciação de indicadores, apenas demonstra fazer parte do grupo *Better Cotton Initiative* e possuir a certificação GOTS (*Global Organic Textile Standard*). Ademais, apresenta seis selos: OEKO-TEX® 1363, OEKO-TEX® 2208, *Global Organic Textile Standard*; *Better Cotton Initiative*; *Organic Blended Content Standard* e *Organic 100 Content Standard*.

A Continental também dispõe de uma aba sobre sustentabilidade. Preza pelo ambiente, pela sociedade e pelos colaboradores. Emite relatórios de sustentabilidade conforme diretriz GRI, sendo que o último publicado foi o do ano de 2016. Participa de iniciativas de sustentabilidade e de avaliações por agências de rating (CDP - *Driving Sustainable Economies*, ECPI - *Ethical Emu Equity Index*, *Sense in Sustainability*, FTSE-4Good; MSCI; OEKOM; *Sustainalytics*;). Criou um programa de sustentabilidade onde estabelece metas para cinco, dez e quinze anos, a fim de melhorar o desempenho ambiental.

A Riopele apresenta a aba de sustentabilidade. Aborda as três dimensões da sustentabilidade embora não exponha nenhum indicador, apenas dados sobre aumento da reciclagem, redução de emissões de CO2 e de consumo energético e o bom desempenho na conservação da água. A Petratex contém a aba *GREEN +*, na qual expõe um resumo sobre sua política ambiental e demonstra o investimento e alguns detalhes sobre os projetos de uso da biomassa e energia solar bem como o controle sobre as emissões de carbono.

A Lameirinho possui uma aba sobre Responsabilidade Social e Ambiental onde apenas expõe seus três selos: OEKO-TEX® STANDARD 100; GOTS - *Global Organic Textile Standard*; APCER, e os detalhes sobre cada um. A Lankhorst Euronete Portugal não fornece informações sobre a sustentabilidade, só fala que é sustentável e sugere contato caso haja algum interesse em saber mais informações.

Nos sites da Cordex e da Cotesi não foram encontradas informações que abordem sustentabilidade. Ademais, o site da TMG encontra-se em manutenção e o da Cofemel diz respeito somente a compras. O Quadro 3 resume todas as informações encontradas.

Quadro 3. Resumo da evidenciação das indústrias portuguesas.

Empresa	Evidenciação
Polopique	Evidencia selos e participa de um grupo sustentável
Continental	Emite relatório de sustentabilidade, possui programas e iniciativas que objetivam e mensuram a sustentabilidade
Riopele	Aborda as dimensões resumidamente e evidencia algumas informações sobre desempenho ambiental
Petratex	Informa investimentos e projetos ambientais
Lameirinho	Expõe selos
Lankhorst Euronete Portugal	Não fornece informações
Cordex	Não fornece informações
Cotesi	Não fornece informações
TMG	Site em manutenção
Cofemel	Não fornece informações

Fonte: Elaboração própria.

Diante dos resultados encontrados percebe-se que a indústria portuguesa que possui maior evidenciação de informações acerca da sustentabilidade é a Continental, emitindo relatórios de sustentabilidade que abrangem as dimensões ambiental, social e econômica. As demais que publicam informações, a realizam de forma segmentada, oferecendo dados insuficientes para a avaliação da sustentabilidade pelos *stakeholders*. Ademais, 50% das indústrias analisadas não informaram qualquer forma de sustentabilidade. Portanto, infere-se que as indústrias têxteis e de vestuário de Portugal não apresentam grande aderência à evidenciação de indicadores.

Comparação dos resultados luso-brasileiros

Com a finalidade de comparar os resultados obtidos entre os dois países estratificou-se as organizações em três grupos quanto à quantidade de evidenciação: considerável, pequena e nula. Se enquadram no primeiro grupo apenas àquelas que apresentaram informações, incluindo indicadores, que permitem uma boa avaliação dos *stakeholders* sobre sustentabilidade exercida. No segundo grupo, as que exibiram algum tipo de informação, mas que não foram suficientes para uma boa avaliação. E no último, os que não informaram nada sobre o desempenho ambiental.

Conforme demonstra a Figura 2, três indústrias brasileiras e uma portuguesa obtiveram considerável evidenciação, cinco empresas do Brasil e quatro de Portugal publicaram quantidade pequena de informações e duas brasileiras e cinco portuguesas não citaram a sustentabilidade. Nota-se, portanto, que o cenário brasileiro está em pequena vantagem, visto que há uma quantidade maior no melhor grupo e menor no pior grupo. Todavia, muito há a ser fazer neste segmento, uma vez que poucas indústrias publicaram informações que possam ser utilizadas pelos *stakeholders* para a mensuração da sustentabilidade.

Figura 2. Segmentação das indústrias luso-brasileiras por evidenciação.

Considerável		Pequena		Nula	
Brasil	Portugal	Brasil	Portugal	Brasil	Portugal
Cia. Hering	Continental	Alpagartas	Lameirinho	Beira Rio	Lankhorst
Arezzo		Grendene	Petratex	Coteminas	Cordex
Dobrevê		Vicunha Têxtil	Riopele		Cotesi
		Dass Sport Style			TMG
		Vulcabras			Cofemel

Fonte: Elaboração própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução da sociedade tem ocasionado mudanças consideráveis ao meio ambiente. Diante disso é importante maior conscientização das indústrias quanto às suas ações de caráter ambiental, que possuem dimensão social, econômico e/ou ambiental. Essas ações podem ser evidenciadas para a sociedade por meio da publicação de indicadores de sustentabilidade, objeto do presente estudo.

Perante a importância dos indicadores de sustentabilidade e a representatividade das indústrias do setor têxtil e de vestuário para a economia luso-brasileira o presente trabalho teve como objetivo principal comparar os indicadores de sustentabilidade que são evidenciados por empresas do setor têxtil e de vestuário do Brasil e de Portugal.

Com os estudos bibliográficos percebeu-se que esses indicadores são bastante abordados nas pesquisas e que existem diversos tipos que possibilitam várias aplicações, entretanto, as análises dos documentos disponibilizados pelas indústrias tipicamente selecionadas para a amostra demonstraram que as empresas do setor estudado, tanto do Brasil quanto de Portugal, não fornecem a atenção devida à evidenciação de indicadores que mensuram a sustentabilidade exercida.

No cenário brasileiro prevalece a exibição de informações que não são suficientes para uma boa avaliação do desempenho sustentável, enquanto no português a maioria das indústrias não exibe informação alguma, manifestando assim o desinteresse na exposição de práticas ambientais. Diante disso, conclui-se que nas indústrias do setor têxtil e de vestuário do Brasil a evidenciação é maior quando comparado às de Portugal, no entanto, como afirmado anteriormente, há muito a melhorar, despertando a necessidade de maior conscientização dessas organizações.

Por fim, atingem-se dessa maneira os objetivos propostos. Sugere-se para trabalhos futuros a realização da mesma pesquisa em outros setores, a fim de possibilitar uma comparação mais completa entre as realidades dos países, podendo assim refletir também uma análise sobre as leis e a fiscalização ambiental dos países. Ademais, propõe-se também uma complementariedade do estudo com a pesquisa de campo. Como limitação considerou-se a falta de dados, informações, estatísticas, documentos e indicadores focados na indústria têxtil e de vestuário, sobretudo, de Portugal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIT. Perfil do setor: Dados gerais do setor referentes a 2017 (atualizados em dezembro de 2017). 2017a. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 17/09/218.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*, ano de 2010. p. 199, 2011.

ADEODATO, M. T. P. C. *Análise das estratégias do projeto para incorporação de princípios e indicadores de sustentabilidade em políticas públicas no município de Jaboticabal-SP*. Mestrado, UFSCAR, São Carlos, 229 Pags, (2005).

AEPORUTGAL. 2014. Disponível em: <<http://www.aeportugal.pt/Inicio.asp?Pagina=/Aplicacoes/SectoresEmpresariais/ListaSectores&Menu=MenuInfoEconomica>>. Acesso em: 8 jun. 2017.

ALMEIDA, M. A.; SANTOS, J. F. Estrutura de capital e divulgação voluntária de informações de responsabilidade social corporativa das empresas brasileiras. *Revista de Ciências da Administração*, Florianópolis, p. 109-124, ago. 2016. ISSN 2175-8077. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2016v18n45p109>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

ALTOÉ, S. M. L.; PANHOCA, L.; ESPEJO, M. M. S. B.. Índice de Disclosure Ambiental (IDA): análise da aplicação de indicador desenvolvido a partir da ótica de especialistas no Brasil. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, v. 16, n. 48, 2017. Acesso em: 15 jan. 2018.

ATP - Associação Têxtil e Vestuário de Portugal. (2013). *A indústria têxtil e vestuário portuguesa*. Disponível em: <http://formacao.aeportugal.pt/docs/aep-formacao-documentos/ppii_apresenta%C3%A7%C3%A3o-jo%C3%A3o-costa.pdf?sfvrsn=2>. Acesso em: 20 jan. 2018.

AZAPAGIC, A.; PERDAN, S. Indicators of Sustainable Development for Industry: A General Framework. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 78, n. 4, p. 243-261, 2000.

BANSAL, P. The Corporate Challenges of Sustainable Development. *Academy of Management Executive*, v. 16, n. 2, p. 122-131, 2002.

BELLEN, H. M. V. *Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

BORGES, F. Q. Administração pública do setor elétrico: indicadores de sustentabilidade no ambiente residencial do estado do Pará (2001-10). *Rev. Adm. Pública*, Rio de Janeiro, v. 46, n. 3, p. 737-751, Jun 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003476122012000300006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Orgânicos. Instrução normativa nº 23, de 1º de junho de 2011, de Produtos têxteis orgânicos e derivados de algodão, 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portu>>.

gues/instrucao-normativa-no-23-de-01-de-junho-de-2011.pdf/view>. Acesso em: 19 jan. 2018.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CORAL, E. *Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial*. 2002. 282f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2002.

COSTA, Silvia Pires Basto *et al.*, Pacto global no Brasil: uma confrontação entre os compromissos assumidos e os avanços divulgados. *HOLOS*, v. 3, p. 274-289, jun. 2016. ISSN 1807-1600. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1905>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

CURY, D. (Org.). *Gestão ambiental*. 1. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

DEBASTIANI, E. L.; MACHADO, L. A. *Estudo sobre a geração de resíduos sólidos nas Indústrias de confecção têxtil no município de Erechim - RS*. In: 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves/RS, 25 a 27 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/downloads/Ozmrad.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2018.

DIAS, R. *Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DONAIRE, D. *Gestão ambiental na empresa*. São Paulo: Atlas, 1999.

EEA - EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. *EEA core set of indicators: Guide*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2005. 38p. (EEA Technical Report nº 1/2005).

ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review*, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FRANCO, M. de A. R. *Planejamento ambiental para a cidade sustentável*. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2000.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

_____. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas, 1995.

GRAY, R; MILNE, M. Sustainability reporting: who's kidding whom?. *Chartered Accountants Journal of New Zealand*, v. 81, n. 6, p. 66-70, 2002.

HANLEY, N. Macroeconomic Measures of 'Sustainability'. *Journal of Economic Surveys*, v. 14, p. 1- 30, 2000.

LIMA, P. G. *Tendências paradigmáticas na pesquisa educacional*. 2001, 317f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2001.

MAÇAMBANNI, T. A. Evidenciação Socioambiental: Uma Análise do Balanço Social de Empresas do Setor Elétrico que Atuam nas Regiões Sul e Nordeste do Brasil. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 2, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/view/43/pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

MANO, E. B.; PACHECO, É. B. A. V; BONELLI, C. M. C. *Meio ambiente, poluição e reciclagem*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

MIRANDA, A. B.; TEIXEIRA, B. A. N. (2004) *Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário*. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9, n. 4, p. 269-279.

NETO, F. P. de M.; FROES, C. *Gestão da Responsabilidade Social Corporativa – O Caso Brasileiro*. Qualitymark, Rio de Janeiro, 2004.

OLIVEIRA, L. R. de; MEDEIROS, R. M.; TERRA, P de B.; QUELHAS, O. L. G. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. *Production*, v. 22, n. 1, p. 70-82, 2012.

PEREIRA, W. R. et al., Evidenciação dos Indicadores de Sustentabilidade Sob A Perspectiva de Análise Ao Modelo Triple Bottom Line de Gestão: Estudo de Caso Numa Empresa do Setor Alimentício Listada Na Bm&fbovespa; In: SINGEP, V, 2016, São Paulo. *Anais do V SINGEP*. São Paulo, 2016.

SCOTT, W. Education and sustainable development: challenges, responsibilities, and frames of mind. *The Trumpeter*, v. 18, n. 1, p. 22-34, 2002.

SILVA, E. L. MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2004.

SINDITÊXTIL-SP- SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE FIAÇÃO E TECELAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Guia técnico ambiental da Indústria têxtil* - Série P+L. São Paulo: CETESB: SINDITÊXTIL-SP, 2009.

TORRE, P. Y. G; ALVES. J. C. M; CORRÊA. Análise da eficiência energética para indústria têxtil: um estudo de caso em uma empresa de Minas Gerais. *Revista de Produção Online*. Florianópolis, SC, v.18.n.1, p. 238-264, 2018.

RAGAS, A. M. J.; KNAPEN, M. J.; VAN DE HEUVEL, P. J. M.; EIJKENBOOM, R. G. F. T. M.; BUISE, C. L.; VAN DE LAAR, B. J. Towards a sustainability indicator for production systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 3, n. 1-2, p. 123-129, 1995.

RIBEIRO, R. B.; ARAÚJO, A. O.; TAVARES, A. de L.; CRYSTALINO, C. M. Impacto da não-preservação ambiental no resultado de uma indústria têxtil da região metropolitana de natal. *Revista Universo Contábil - FURB*, v. 6, n.3, p. 80-95, jul./set., 2010.

RODRIGUES, I. N. Desenvolvimento sustentável. In: RECH, A. U.; BUTZKE, A. GULLO, M. C. *Direito, economia e meio ambiente: olhares de diversos pesquisadores*. Caxias do Sul, RS: Educs, 2012.

SILVA, A. W. L. da; SELIG, P. M.; MORALES, A. B. T. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. *Ambient. soc.*, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 75-96. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2012000300006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 jan. 2018.

SLIMANE, M. Role and relationship between leadership and sustainable development to release social, human, and cultural dimension. *Social and Behavioral Sciences*, v. 41, p. 92-99, 2012.

VALOR ECONÔMICO. As 1000 maiores, 2017. Disponível em: <http://www.valor.com.br/valor1000/2015/ranking1000maiores/T%C3%AAtil,_Couro_e_Vestu%C3%A1rio>. Acesso em: 28 set. 2017.

VAN BELLEN, H. M. *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 256p.

VEIGA, J. E. da. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005

_____. *Indicadores de Sustentabilidade. Revista de Estudos Avançados*. v. 24 (68), 39-52, 2010.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

YAMAGUCHI, C. K. *Contabilidade ambiental nas organizações*. Ed. Juruá. Curitiba, 2013.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAMCOPE, Fábio Cristiano; ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim. Construction of a model for corporate sustainability assessment: a case study in the textile industry. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 19, n. 2, p. 303-321, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X2012000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 Set. 2018.

APRENDIZAGEM A PARTIR DE EXPERIMENTOS: UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA NO ENSINO DE FÍSICA

Maria Luiza Guimarães Dias dos Santos¹, Gisélia Maria Campos Ribeiro²

Resumo: A Física em alguns contextos escolares distancia-se da perspectiva construtivista da aprendizagem, criando alguns tabus referentes a disciplina, como a ideia de que é ininteligível. A partir da interpretação aos questionários aplicados a alunos do nono ano do ensino fundamental e primeiro ano do Ensino médio acreditamos que o ensino de Física tem sido abordado de forma descontextualizada e portanto, de forma distante do dia-a-dia dos discentes. Pretendemos analisar se a utilização de experimentos é um meio efetivo para concretizar a “aprendizagem significativa” conforme sugerido pelas tendências pedagógicas construtivistas. Dessa forma, pretendemos, por um lado, desconstruir os estereótipos relacionados ao ensino de Física, fomentando atitudes mais positivas do aluno em relação a disciplina. Por outro lado, ao avaliarmos as limitações e potencialidades das abordagens construtivistas sobre o processo de conhecimento e desenvolvimento humano, nossa expectativa é elaborar novas propostas pedagógicas direcionadas a determinados conteúdos da Física visando auxiliar a prática docente.

Palavras-chave: Ensino de física. Construtivismo. Experimentação.

INTRODUÇÃO

O sistema educacional brasileiro ainda é predominantemente tradicionalista, de modo que os alunos são vistos como “*Tábula Rasa*”³, ou seja, meros receptores de conhecimento, onde o professor irá “depositar” o seu saber. Paulo Freire nos adverte sobre essa questão em seu livro “*A pedagogia do oprimido*”, através do conceito de “*Educação bancária*”. Trilhando os caminhos teórico-metodológicos elaborados por Freire,

¹ Aluna do curso de Licenciatura em Física do IFMG - Campus Congonhas.

² Professora orientadora IFMG - Campus Congonhas. E-mail: giselia.ribeiro@ifmg.edu.br

³ A expressão “tábula rasa” nos remete ao conceito abordado pelo filósofo empirista Inglês John Locke em seu livro “*Ensaio acerca do desenvolvimento humano*” (1690).

acreditamos que a tendência pedagógica tradicional de educação tem se constituído empecilho à consolidação de práticas pedagógicas que promovam uma aprendizagem significativa do aluno, nas diversas disciplinas escolares, além de consolidarem algumas representações negativas referentes ao Ensino de Física.

Algumas pesquisas realizadas por Mercè Garcia-Milà (2004), apontam para o fato de que as representações pejorativas associadas ao Ensino de Física foram construídas culturalmente, desta forma, são transmitidas dos adultos para os mais jovens, como por exemplo, a ideia de que a Física é ininteligível para todos.

Mercè Garcia Milà (2004) constatou que “*o interesse inicial generalizado dos alunos de ensino fundamental pelas atividades de ciências decresce de forma espetacular quando começam a cursar o Ensino Médio*” e “*a diminuição do interesse é progressiva, ano após ano, a partir desse momento*” (COLL, 2004:364).

No desenvolvimento desse projeto de pesquisa, buscamos por um lado, contribuir para a formação do aluno, principalmente, no que se refere ao Ensino de Física, tendo em vista desconstruir alguns “tabus” e conceitos equivocados relacionados a esta disciplina. Por outro lado, nosso escopo é incitar uma reflexão sobre os desafios inerentes à práxis dos docentes

Para o desenvolvimento desta pesquisa nos inspiramos teórico-metodologicamente, nos estudos de alguns pesquisadores “construtivistas”. No entanto, como o construtivismo engloba diferentes enfoques, torna-se importante especificar que partimos do construtivismo cognitivista relacionado a Jean Piaget, do construtivismo sociocultural vinculado às ideias de Lev Vygotsky, e da teoria da assimilação elaborada por David Ausubel. Ao dialogar com esses autores, nossa expectativa é “*construir um contexto teórico unificado capaz de adaptar-se às necessidades da educação e de proporcionar uma ferramenta poderosa e útil para analisar e guiar a prática educacional*” (COLL, 2004: 112).

Nesse sentido, realizamos atividades experimentais e rodas de conversas durante as aulas de Física do primeiro ano do Ensino Médio, e nas aulas ciências do nono ano do ensino fundamental da Escola Estadual Doutor Gama Cerqueira no município de Belo Vale Minas Gerais. Pretende-se utilizar estas atividades como estratégias de ensino que nos possibilitem desmistificar alguns “tabus” atrelados ao ensino de Física. Dessa

forma, esperamos tornar a aprendizagem dos conteúdos de Física mais significativa para o aluno.

Ausubel contribui para a realização da nossa pesquisa através do conceito de “aprendizagem significativa”, definido em contraposição ao conceito de “aprendizagem mecânica”. Ausubel significa o conceito de “aprendizagem mecânica” como a aquisição de informações que ocorre de “maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva” [do discente] (OSTERMAN, 2011: 35).

No que se refere a realização de experimentos em sala de aula, nos inspiramos nos estudos de Jean Piaget sobre o desenvolvimento humano. Piaget, chama nossa atenção para a necessidade do processo de ensino aprendizagem preconizar o estudo de realidades concretas para só depois focalizar a abstração, e não o contrário:

Não se aprende a experimentar simplesmente vendo o professor experimentar, ou dedicando-se a exercícios já previamente organizados: só se aprende a experimentar, tateando, por si mesmo, trabalhando ativamente, ou seja, em liberdade e dispondo de todo o tempo necessário[...]Ora, na maior parte dos países, a escola forma linguistas, gramáticos, historiadores, matemáticos, mas não educa o espírito experimental. É necessário insistir na dificuldade muito maior de se formar o espírito experimental do que o espírito matemático nas escolas primárias e secundárias. (...) É muito mais fácil raciocinar do que experimentar. (PIAGET, 1949: 39).

Neste sentido, ao tomarmos por base o construtivismo sociocultural de Vygotsky buscamos através das rodas de conversas, contextualizar a Física relacionando seus conteúdos ao dia-a-dia do aluno, tendo em vista que o processo de construção de conhecimento ocorre de maneira dinâmica e coletiva. Para Vygotsky, o meio social exerce influência no desenvolvimento cognitivo da criança/aluno, em outras palavras, os professores, não podem negligenciar os fatores sociais no processo de aprendizagem:

É por meio de outros, por intermédio do adulto que a criança se envolve em suas atividades. Absolutamente, tudo no comportamento da criança está fundido, enraizado no social. [...] Assim, as relações da criança com a realidade são, desde o início, relações sociais. Neste sentido, poder-se-ia dizer que o bebê é um ser social no mais elevado grau. (VYGOTSKY, 1999: 18).

Vygotsky, ao caracterizar o desenvolvimento psicológico a partir de quatro momentos, (filogênese, ontogênese, sociogênese e microgênese), contribui para o desenvolvimento desta pesquisa sobretudo por nos advertir para a sociogênese que relaciona o processo de aprendizagem à história da cultura em que o indivíduo está inserido.

Nesta direção, ao partir dos pressupostos teóricos do construtivismo, realizando experimentos investigativos e rodas de conversas, acreditamos poder contribuir para o desenvolvimento cognitivo do aluno. Por isso, visamos estabelecer uma relação dialógica entre o ambiente sócio histórico no qual o discente está inserido e o aprendizado de conteúdos de Física, e durante este processo, desmistificar ideias equivocadas referentes ao ensino desta disciplina.

METODOLOGIA

O desenvolvimento da pesquisa será dividido em três etapas, que serão realizadas com turmas da primeira série do Ensino Médio e da última série do Ensino Fundamental da Escola Estadual Doutor Gama Cerqueira, em Belo Vale - MG, tendo por objetivo identificar fatores que interferem na aprendizagem escolar de Física/ciências no intuito de superá-las. A teoria da aprendizagem significativa parte do pressuposto de que o professor deve levar em consideração no processo de aprendizagem os conhecimentos prévios dos alunos, conforme evidenciamos na interpretação de Osterman sobre as teses defendidas por Ausubel:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. (MOREIRA e OSTERMAN, 1999: 45).

Neste sentido, a primeira etapa da pesquisa trata-se da aplicação de um questionário. Antes de realizarmos as intervenções pedagógicas (realização de experimentos e rodas de conversas) elaboramos questionários a partir do seguinte pressuposto que relaciona construtivismo e educação:

A ideia original do construtivismo é que o conhecimento e a aprendizagem são, em boa medida, o resultado de uma dinâmica na qual os aportes do sujeito ao ato de conhecer e de aprender desem-

penham um papel decisivo. O objeto torna-se conhecido quando é posto em relação com os contextos interpretativos que o sujeito aplica a ele, de maneira que no conhecimento não contam apenas as características do objeto, mas também e particularmente os significados que têm em sua origem nos contextos de interpretação utilizados pelo sujeito. (COLL, 2004: 107).

Nessa direção, elaboramos o questionário abaixo mencionado, referente à primeira etapa da pesquisa com indagações direcionadas aos discentes do 9º do ensino fundamental e 1º do ensino médio:

Caro(a) aluno(a), pedimos que responda este questionário e a partir das suas respostas elaboraremos um artigo sobre o uso de experimentos na construção de diferentes perspectivas sobre o ensino de Física. Sou discente do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Congonhas. As suas respostas são de grande importância para a realização do nosso trabalho, portanto, pedimos que responda as questões abaixo com atenção. Desde já agradecemos a colaboração. OBS: NÃO É NECESSÁRIO SE IDENTIFICAR. POR FAVOR, RESPONDA COM SINCERIDADE.

- 1) *O que você ouve dizer sobre o ensino de Física?*
- 2) *Como você classifica a Física enquanto disciplina escolar, em grau de dificuldade?*
 Fácil Mediana Difícil Muito difícil.
- 3) *Você já realizou experimentos de Ciências/Física em sala de aula?*
 Sim Não
- 4) *Caso sua resposta para a questão anterior seja afirmativa, você se lembra do que o experimento tratava ou algum dos materiais utilizados para a realização do experimento? Caso se lembre, descreva-os sucintamente.*
- 5) *O experimento facilitou a aprendizagem do conteúdo?*
- 6) *Você gostaria que seu professor realizasse mais atividades experimentais em sua escola?*

Na segunda etapa, realizaremos experimentos feitos com materiais simples e de baixo custo, em sala de aula, que sejam condizentes com o conceito de Física/Ciências que forem abordados pelo professor, tendo em vista identificar se o aluno apresenta conhecimentos prévios do conteúdo.

Na terceira etapa, após identificar fatores que possivelmente contribuem para que o aluno expresse certa aversão às disciplinas Física/ciências, será realizada uma roda de conversa cujo eixo norteador será a contextualização do ensino destas disciplinas ao cotidiano do aluno. Durante a realização das rodas de conversa pretendemos romper com as imagens pejorativas sobre as disciplinas que distanciam os alunos de uma aprendizagem significativa dos conteúdos abordados.

Após a roda de conversa, aplicamos um segundo questionário. Neste, indagamos sobre os significados atribuídos pelos discentes aos experimentos e sobre a roda de conversa. O intuito é perceber se as estratégias pedagógicas utilizadas (experimentos e roda de conversa) surtiram efeito positivo na representação do aluno sobre a Física e propiciaram uma condição facilitadora da aprendizagem dos conteúdos abordados. Observe:

- 1) *Os experimentos realizados te ajudaram a aprender o conteúdo de Física?*
- 2) *Você gostaria que seu professor realizasse mais experimentos como esse? Por quê?*
- 3) *Quais comentários você ouviu durante os experimentos? E você, comentou alguma coisa sobre o momento de realização dos experimentos com seus amigos?*
- 4) *A roda de conversa que realizamos lhe possibilitou relacionar a Física com seu dia-a-dia?*
- 5) *Para você, a Física enquanto disciplina escolar é classificada como:*
() Fácil () Mediana () Difícil () Muito difícil

Através desse caminho metodológico, pretendemos romper com as tendências pedagógicas tradicionais que tendem a encarar o aluno como “tábula rasa”. Torna-se importante ressaltar que do ponto de vista dos teóricos do “construtivismo”, a aprendizagem constitui-se enquanto um trabalho coletivo, tratando-se, portanto, de uma relação dialógica entre docente e discente em torno dos conteúdos abordados. Nesse sentido, a aprendizagem ocorre em um “momento de interação social”:

A importância da intervenção deliberada de um indivíduo sobre outros como forma de promover desenvolvimento articula-se com um postulado básico de Vygotsky: a aprendizagem é fundamental para o desenvolvimento desde o nascimento da criança. A apren-

dizagem desperta processos internos de desenvolvimento que só podem ocorrer quando o indivíduo interage com outras pessoas. (OLIVEIRA, 1992: 33).

Nesta direção, o caminho metodológico que percorremos durante a realização da pesquisa, se inspira na perspectiva interacionista de Vygotsky e em seu conceito de “*zona de desenvolvimento proximal*”. Tal conceito explicita a distância entre o que Vygotsky denominou de “*nível de desenvolvimento real*” (referente ao que a criança/aluno é capaz de fazer sozinha), e o “*nível de desenvolvimento potencial*” relativo ao que a criança/aluno pode realizar desde que receba o auxílio de um adulto. Vygotsky defendeu a hipótese de que aquilo que o indivíduo pode fazer com o auxílio dos outros é muito mais importante para o seu desenvolvimento mental do que aquilo que ele já sabe fazer. Dessa forma, o autor enfatiza o aspecto relacional da aprendizagem.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As atividades de pesquisa foram desenvolvidas com duas turmas da Escola Estadual Doutor Gama Cerqueira em Belo Vale - MG, sendo, uma de 1º ano do Ensino Médio e outra do 9º ano do Ensino Fundamental. Escolhemos por desenvolver a pesquisa com os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental porque nossa expectativa é investigar as concepções dos alunos sobre o Ensino de Física, antes mesmo desta disciplina fazer parte de sua matriz curricular. Visamos identificar fatores sócio históricos que contribuem para manter um imaginário negativo nos alunos, referente ao ensino de Física. Por outro lado, buscamos analisar as possíveis mudanças que ocorrem quando os discentes passam a ter aulas dessa disciplina semanalmente na escola. Torna-se relevante ressaltar que, no nono ano do ensino fundamental, a disciplina Ciências engloba conteúdos introdutórios de Química e Física. Trataremos os dados referentes às turmas a seguir.

Torna-se importante salientar que em todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa, preconizamos vincular ciência e ética, preservando a identidade dos sujeitos participantes. Dessa forma, optamos por atribuir pseudônimos aos alunos para analisarmos e publicarmos as respondidas aos questionários.

Na primeira etapa do projeto, que se refere à aplicação do primeiro questionário pudemos fazer algumas observações sobre as concepções desses alunos no que se refere ao ensino de Física e a utilização de aulas práticas no aprendizado desta disciplina. Este questionário foi respondido por 31 alunos do primeiro ano do Ensino Médio e 32 do nono ano do Ensino Fundamental. Vejamos:

Questão 1) O que você ouve dizer sobre o ensino de Física?

Os Quadros 1 e 2 a seguir explicitam algumas das respostas obtidas nesta questão:

Quadro 1. Respostas dos alunos do 1º do Ensino Médio.

Nome Fictício	Respostas obtidas
Kol	Que é muito difícil.
Louis	Que é difícil, e para aprender tem que ter concentração e dedicação.
Luna	Que é muito interessante.
Thor	Não escuto muitas críticas, mas eu e meu irmão gostamos muito de física eu acho muito interessante e esclarece muitas perguntas que me faço.
Agar	Expressões matemáticas, experimentos.

Fonte: Excel.

Quadro 2. Respostas dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Nome Fictício	Respostas Obtidas
Arão	Que é difícil, mas se trata de uma matéria muito interessante.
Epaminondas	Que é uma matéria um pouco mais complicada que ciências e a gente começa a aprender no ensino médio.
Ribamar	Bem, escuto sobre a física ser algo que envolve matéria, cálculos e ciências. As pessoas também dizem que é difícil.
Itália	Que é uma matéria complicada, difícil de entender
Vic	Sempre ouço que é difícil.

Fonte: Excel.

Analisando as respostas dos quadros supracitados, podemos observar que não houve uma variação discrepante entre as respostas dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio (quadro 1), e as dos alunos do nono ano do Ensino Fundamental. É possível notar que muitos alunos ouvem, cotidianamente, comentários sobre as dificuldades atreladas ao aprendizado desta disciplina, como as respostas dos alunos Kol, Itália e Vic. No entanto, alguns alunos abordam o fato da Física ser interessante (Luna e Arão), atribuindo, dessa forma, um significado positivo no que se refere às concepções geralmente existentes sobre o Ensino de Física, principalmente no que tange a ininteligibilidade deste componente curricular.

Questão 2) Como você classifica a Física enquanto disciplina escolar, em grau de dificuldade?

Fácil Mediana Difícil Muito difícil.

Os dados referentes a porcentagem de alunos que assinalaram cada uma das alternativas da questão 2, está organizado nos gráficos das Figuras 1 e 2 abaixo.

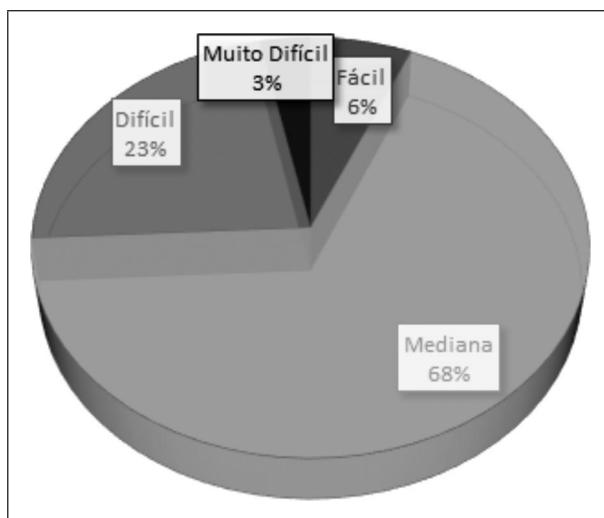


Figura 1. Gráfico referente ao 1º ano do Ensino Médio.

Fonte: Excel.

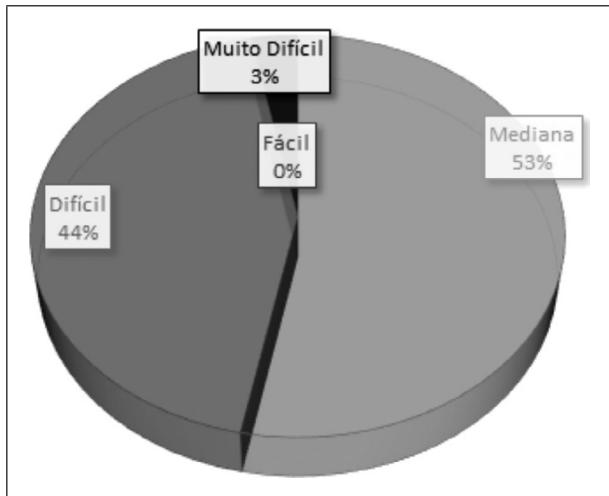


Figura 2. Gráfico Referente ao 9º ano do Ensino Fundamental.

Fonte: Excel.

Note que tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio, houve uma predominância de alunos que consideraram a Física como disciplina “mediana” em grau de dificuldade. No primeiro ano do Ensino Médio alguns alunos a consideraram fácil, já no nono ano do Fundamental, nenhum assinalou esta alternativa.

Questão 3) Você já realizou experimentos de Ciências/Física em sala de aula?

Sim Não

Os gráficos das Figuras 3 e 4 a seguir, ilustram a porcentagem de alunos que assinalaram cada uma das alternativas, referente à questão 3.

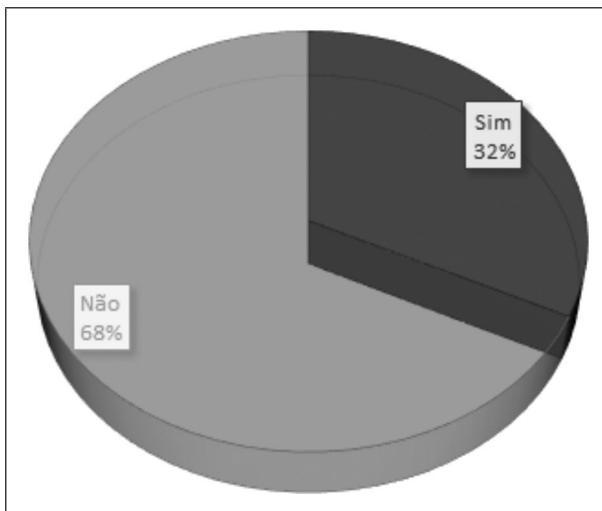


Figura 3. Gráfico referente ao 1º do Ensino Médio.

Fonte: Excel.

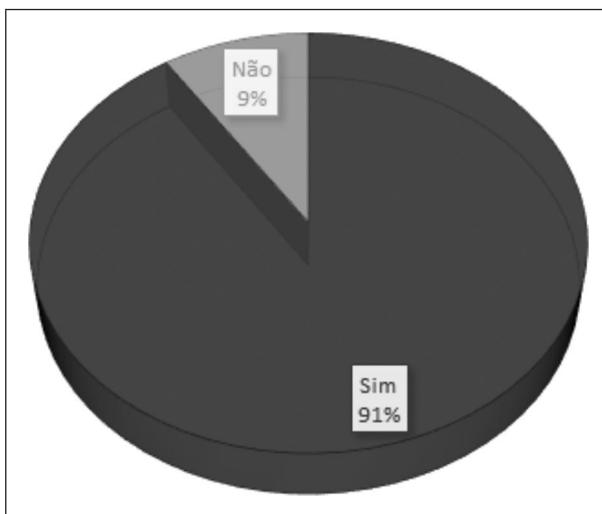


Figura 4. Gráfico referente ao 9º do Ensino Fundamental.

Fonte: Excel.

É notório nas figuras acima, que a porcentagem de alunos que tiveram contato prévio com atividades experimentais no primeiro ano do Ensino Médio, é menor do que do nono ano do Ensino Fundamental. A não realização de experimentos no 1º ano do Ensino Médio pode nos ajudar a explicar “*a diminuição do interesse [dos alunos pelo ensino de ciências] é progressiva, ano após ano, a partir desse momento*”, conforme constatado por Garcia-Milá.

Questão 4) Caso sua resposta para a questão anterior seja afirmativa, você se lembra do que o experimento tratava ou algum dos materiais utilizados para a realização do experimento? Caso se lembre, descreva-os sucintamente.

As respostas mais recorrentes nesta questão foram explicitadas nos Quadros 3 e 4 a seguir:

Quadro 3. Respostas referentes ao 1º ano do Ensino Médio.

Nome Fictício	Respostas obtidas
Jacó	Experimento que envolvia imã e limalha de ferro.
Rebeca	Não; Porque não tem laboratório na escola.
Esaú	Não teve por falta de material adequado e espaço adequado.

Fonte: Excel.

Quadro 4: Respostas referentes ao 9º ano do Ensino Fundamental.

Nome Fictício	Respostas Obtidas
Vinni	O meu trabalho foi sobre separação magnética, usamos imã, prego e farinha. Misturamos a farinha e os pregos e usamos o imã para puxar o prego.
Lena	Sim. Nossa experimento foi sobre a dissolução fracionada.
Hermione	Filtração, um método usado para reter as substâncias da água.
Draco	Decantação com funil, que é usado para separar líquidos de densidades diferentes para fazer isso usamos óleo e água.

Fonte: Excel.

Observa-se a partir dos quadros supracitados que os alunos do nono ano do Fundamental descreveram as atividades experimentais que já haviam feito em sala de aula, detalhadamente. As respostas do primeiro ano do Ensino Médio, por outro lado, trouxeram o fato de a Escola não ter laboratório e materiais adequados, por isso, a dificuldade em realizar experimentos. Esses resultados são coerentes com os dados obtidos na questão (3) anterior.

Questão 5) O experimento facilitou a aprendizagem do conteúdo?

No primeiro ano do Ensino Médio, 12 afirmam que a realização de experimentos facilitou a aprendizagem do conteúdo, 4 afirmam que não. A questão de não ter laboratório na escola foi citada em várias respostas dos alunos que não haviam realizado atividades experimentais em sala de aula.

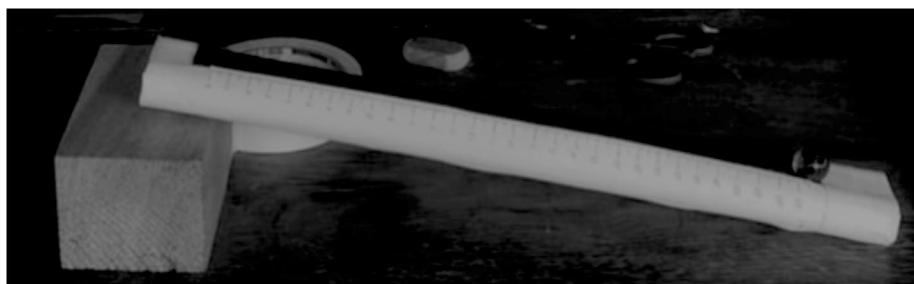
No nono ano do Ensino Fundamental, 28 afirmam que a realização de experimentos facilitou a aprendizagem do conteúdo, 2 afirmam que não.

Questão 6) Você gostaria que seu professor realizasse mais atividades experimentais em sua escola?

Nesta questão, todos os alunos, das 2 turmas, responderam que “sim”, evidenciando que aqueles alunos que já haviam realizado experimentos anteriormente, gostariam de realizar mais atividades experimentais. E os que ainda não realizaram atividades desse tipo, gostariam de vivenciar essa correlação entre teoria e prática no ensino de Física.

Na segunda etapa do projeto, concernente à realização de experimento, o professor regente de turma do primeiro ano do Ensino Médio, solicitou que a atividade prática fosse sobre o conceito de “Movimento retílineo uniformemente variado” (MRUV). Para abordar tal conceito, construímos 7 arranjos experimentais conforme evidenciado na figura 5, e também um roteiro para guiar a prática experimental:

Figura 5. Arranjo experimental.



Fonte: Acervo pessoal.

Tendo em vista que a proposta inicial do projeto de pesquisa é construir conhecimento coletivamente, tendo por suposto teórico o fato de que a aprendizagem ocorre em um momento de interação social, as atividades experimentais foram realizadas em grupos. Além disso, realizamos uma dinâmica com a turma antes da realização do experimento, visando investigar os conhecimentos prévios destes alunos sobre alguns conceitos necessários para a atividade, focalizando na aprendizagem de conceitos como o de velocidade e aceleração, para, posteriormente, realizarmos o experimento sobre MRUV.

No nono ano do ensino Fundamental, realizamos experimentos sobre condutividade elétrica e transformação de energia, conforme solicitado pela professora regente de turma na Escola Estadual Doutor Gama Cerqueira, em Belo Vale-MG.

Figura 6. Arranjos experimentais do 9º.



Fonte: Acervo pessoal.

Utilizamos os arranjos experimentais supracitados, para construirmos, coletivamente, conhecimentos referentes aos conceitos (condutividade elétrica e conservação de energia). Na atividade sobre condutividade elétrica, os alunos puderam investigar a condução de corrente elétrica em sólidos e em soluções. Já na atividade referente a transformação de energia, utilizamos as latas que apresentam em seu interior um elástico bem esticado em suas extremidades e preso a um peso, para que os alunos verificassem a transformação de energia cinética em elástica e vice-versa.

Na terceira etapa, que consiste na roda de conversa cujo eixo norteador é a contextualização da Física ao dia-a-dia dos discentes, foi pos-

sível notar uma certa dificuldade por parte dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio em fazer esta relação entre Física e cotidiano. Os alunos do nono ano do Ensino Fundamental por outro lado, apresentaram alguns exemplos de aplicação da Física em seu cotidiano. Nesta etapa, também foi aplicado o segundo questionário com indagações sobre os experimentos, a roda de conversa, e investiga se estas intervenções pedagógicas surtiram efeito, no que diz respeito à construção de uma representação mais positiva sobre a Física. O questionário foi respondido por 31 alunos do primeiro ano e 29 alunos do nono ano. Vejamos:

Questão 1) Os experimentos realizados te ajudaram a aprender o conteúdo de Física?

A esta questão, 29 alunos do primeiro ano do Ensino Médio e 27 alunos do Ensino Fundamental, responderam positivamente, sinalizando para o fato de que as atividades experimentais propiciam a aprendizagem dos conteúdos partindo de experiências concretas para formulações conceituais.

Questão 2) Você gostaria que seu professor realizasse mais experimentos como esse? Por quê?

Todos os alunos responderam que sim. Observe os Quadros 5 e 6 abaixo com algumas respostas obtidas.

Quadro 5. Respostas referentes ao 1º.

Nome fictício	Respostas Obtidas
Maggi	Sim. Na minha opinião os experimentos facilitaram os aprendizados de Física.
Havi	Sim. Por que é muito interessante.
Noemi	Sim, porque é melhor para aprender.
Cam	Sim. Os alunos mostrariam mais interesse.
Noé	Sim, porque todos podem falar suas opiniões.

Fonte: Excel.

Quadro 6. Respostas referentes ao 9º.

Nome fictício	Respostas Obtidas
Ypi	Sim! Nos ajuda à compreender a matéria com mais facilidade.
Bruce	Sim. Porque é uma aula divertida, e aprendemos bastante.
Finoti	Sim, porque facilita o aprendizado.
Maju	sim, a aula prática é melhor e mais fácil de entender.
Liu	Sim, pois as aulas ficariam mais interessante.

Fonte: Excel.

É notório verificar a partir das respostas do aluno Noé (Quadro 5) que foi possível estabelecer uma interação social facilitadora da aprendizagem, durante a realização dos experimentos. As respostas dos quadros acima também reforçam que atividades práticas podem tornar a aprendizagem mais significativa para o aluno.

Questão 3) Quais comentários você ouviu durante os experimentos? E você, comentou alguma coisa sobre o momento de realização dos experimentos com seus amigos?

Os quadros 7 e 8 a seguir apresenta algumas respostas obtidas nessa questão.

Quadro 7. Respostas referente ao 1º.

Nome Fictício	Respostas Obtidas
Kara	Que esses experimentos foram importantes para entendermos melhor as coisas ao nosso redor e que foi legal.
Win	Achei os experimentos muito bacana, pois interagimos com a matéria.
Ava	Que foi legal. Que deveria repetir mais vezes. Assim os alunos podem interessar mais nas aulas.
Hunt	Que a física está em tudo no nosso dia-a-dia.

Fonte: Excel.

Quadro 8. Respostas referentes ao 9º.

Nome fictício	Respostas obtidas
Sebastian	Sobre energia, não comentei nada.
May	Que a energia se conserva e como ela pode ser liberada; sim, comentei.
Marrie	Que era legal e interessante. Comentei de como era legal o jeito que a lata ia e voltava por causa da pilha e do elástico.
Lian	Sobre as fontes de energia. Sim.
Liong	“há, que legal”, “Comer também é uma forma de energia”, “Energia de movimento” e etc

Fonte: Excel.

Questão 4) A roda de conversa que realizamos lhe possibilitou relacionar a Física com seu dia-a-dia?

A esta questão, dos 31 alunos do 1º ano do Ensino Médio que responderam ao questionário, 29 alunos responderam “sim”. Segue o quadro 9 com algumas respostas obtidas.

Quadro 9: respostas referentes ao 1º.

Nome fictício	Respostas Obtidas
Bonnie	Sim. Entender o nosso cotidiano desde o andar na rua até ver um filme e como a Física está presente em tudo isso.
Donovan	Sim. Mesmo rindo a aula toda eu entendi bem.
Nikita	Sim ajudou a conhecer a física melhor.
Alex	sim, relacionando várias coisas como exemplo o carro.

Fonte: Excel.

Todos os 29 alunos, do 9º ano do Ensino Fundamental, afirmam que a roda de conversa possibilitou relacionar a Física ao seu dia-a-dia. Torna-se relevante ressaltar que os alunos do nono ano deram vários exemplos durante a roda de conversa, e explicitaram alguns desses exemplos na questão anterior (3).

Questão 5) Para você, a Física enquanto disciplina escolar é classificada como:

- Fácil Mediana Difícil Muito difícil

Os gráficos das Figuras 7 e 8 a seguir demonstram a porcentagem de alunos que assinalaram cada uma das alternativas.

Essa questão e a segunda do primeiro questionário são iguais, e é possível observar que a porcentagem de alunos que consideravam a Física como uma disciplina mediana aumentou após a realização das intervenções pedagógicas (atividade prática e roda de conversa).

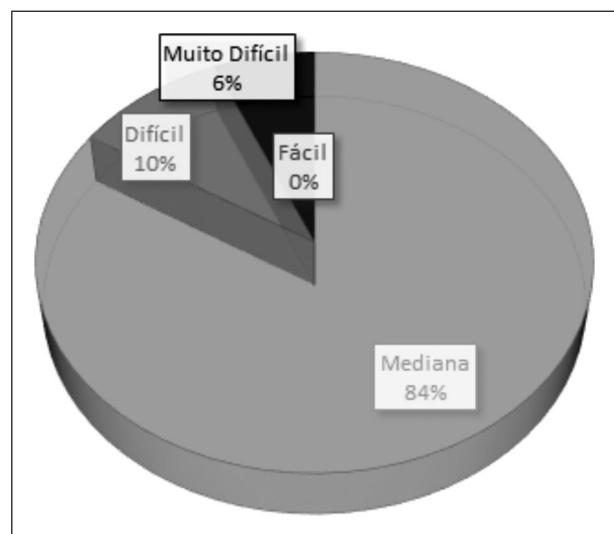


Figura 7. Gráfico referente ao 1º.

Fonte: Excel.

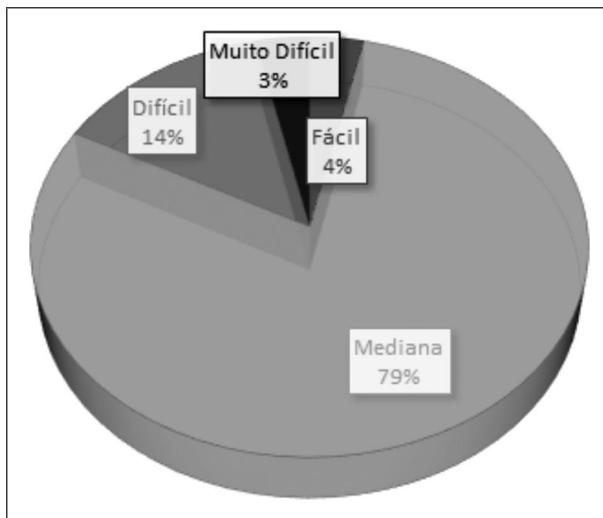


Figura 8. Gráfico referente ao 9º.

Fonte: Excel.

CONCLUSÕES

Com o projeto de pesquisa foi possível, por um lado, verificar que as atividades práticas podem facilitar a aprendizagem do conteúdo e, dessa forma, tornam o ensino de Física mais interessante para os discentes. Por outro lado, a roda de conversa propiciou aos alunos contextualizar conteúdos de Física ao seu cotidiano. Ambas intervenções pedagógicas (experimento e roda de conversa) viabilizaram desmistificar ideias pejorativas associadas ao ensino de Física. No entanto, na busca por consolidar uma visão mais positiva sobre a Física no imaginário dos discentes, faz-se necessário que essas ações aconteçam de forma contínua na escola, e não apenas atividades pontuais.

Torna-se relevante destacar que as atividades experimentais dependem de um tempo maior para serem realizadas do que as aulas expositivas (tradicionalis). Como os professores têm uma série de conteúdos a serem abordados, seria inviável utilizar atividades práticas nas aulas de Física/Ciências durante todo ano letivo. No entanto, há alguns conteúdos que são mais propícios a serem abordados a partir de atividades experimentais de baixo custo, o que proporciona aos alunos a oportunidade de vivenciarem uma aprendizagem significativa e mais próxima daquilo que vivencia cotidianamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970. Disponível em: <http://www.dhnet.org.br/direitos/militantes/paulofreire/paulo_freire_pedagogia_do_oprimido.pdf>. Acesso em: 06 de setembro de 2018.

GARCIA-MILÀ, M. O ensino e a aprendizagem das ciências físico-naturais: uma perspectiva psicológica. In: COLL, César.; MARCHESI, Álvaro.; PALACIOS, Jesús (Orgs.). *Desenvolvimento Psicológico e Educação*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 355-369

COLL, César. Construtivismo e educação: a concepção construtivista do ensino e da aprendizagem. In: COLL, César.; MARCHESI, Álvaro.; PALACIOS, Jesús (Orgs.). *Desenvolvimento Psicológico e Educação*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 107-127.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. *Teorias de Aprendizagem*. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011. 58p.: il.

MUNARI, Alberto. *Jean Piaget*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco. Editora Massangana, 2010. 156 p.: il. – (Coleção Educadores)

KOLL, Marta de Oliveira. *Vygotsky-Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1993. 111 p.

LA TAILLE, Yves de; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. *Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. São Paulo: Summus, 1992.

VYGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. 4. ed. São Paulo: Ltda., 1991. 90 p.

AS NOVAS CONFIGURAÇÕES DO ENSINO SUPERIOR: UMA ANÁLISE DA SITUAÇÃO DOS TECNÓLOGOS

Matheus Faleiros Silva¹, Thadyanara Wanessa Martinelli Oliveira²

Resumo: A pesquisa “As novas configurações do Ensino Superior: uma análise da situação dos Tecnólogos” foi realizada em 2016 e teve como foco a educação profissionalizante de nível superior no Brasil. A graduação tecnológica confere um novo grau de titulação aos formandos do Ensino Superior: o tecnólogo. Dada a sua expansão recente no cenário nacional, buscou-se traçar um perfil dos egressos destes cursos através de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) que no ano de 2007 teve como suplemento informações da educação profissional no Brasil.

Palavras-chave: Educação tecnológica. Ensino superior. Graduação tecnológica.

INTRODUÇÃO³

O acesso à educação é um traço característico da sociedade liberal democrática após o processo de racionalização no Ocidente (WEBER, 1994). A universalização da educação representaria um fator crucial na abertura das sociedades capitalistas ocidentais para um modelo democrático, rompendo com critérios particularistas ligados ao mundo tradicional, aristocrático em direção a um modelo de inclusão social. Weber (1994) ressalta que a universalização da educação não escapou da tendência à criação de um novo estamento centrado na credencial educacional, através do monopólio de cargos de prestígio da organização educacional pela burocracia pública. Com as mudanças nas sociedades industriais e o

¹ Professor de Sociologia do IFSC - Campus São Carlos. E-mail: matheusfaleiros@gmail.com

² Professora de Português do Departamento de Linguagens do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: thadyanara.martinelli@ifmg.edu.br

³ Agradecimento especial aos alunos Francielle dos Santos Ferreira, Samuel Francisco de Oliveira e Tatiane Aparecida Assis Dias que trabalharam na pesquisa.

crescimento da burocracia, o antigo *cultivated man*, que dominava variados conhecimentos, daria lugar ao especialista das burocracias modernas.

Um grande dilema no contexto dos sistemas de ensino superior modernos é a pressão pela democratização do acesso a esse nível educacional e a resistência de universidades de pesquisa e de artes em aderir ao ensino de massa, visto que sempre foram voltadas para a formação de elites sociais. A partir da década de 60, houve uma mudança na política de ensino superior na maioria dos países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), voltando-se mais para o processo de abertura do sistema de ensino superior do que para a formação de elites culturais. O crescimento vertiginoso dos números no ensino superior não seria possível se o modelo das universidades tradicionais, de elite, não incorporasse formatos institucionais alternativos. Na Inglaterra, observou-se um fenômeno caracterizado como “sistema binário” de ensino superior, com a criação de Institutos Tecnológicos, de caráter vocacional, opondo-se ao modelo das universidades tradicionais, voltadas basicamente para produção de conhecimento científico, acadêmico. A Alemanha transformou, ainda no fim do século XIX, as politécnicas de então, que eram de nível secundário, em nível terciário, promovendo uma instituição de nível superior mais vocacional. Nos Estados Unidos, *colleges* vocacionais sempre estiveram vinculados ao ensino terciário. Na Rússia, as transformações foram mais bruscas visto que os institutos tecnológicos substituíram as universidades tradicionais. (FALEIROS, 2011).

Ao contrário dos Estados Unidos e países da Europa, onde os grandes responsáveis pela massificação do ensino superior foram os institutos vocacionais e tecnológicos, no Brasil, o ensino privado cumpriu o papel propriamente de expansão do sistema de ensino superior, deixando a cargo do ensino público a função de formação da elite que ocuparia os cargos de maior prestígio posteriormente. (FALEIROS, 2011). O setor privado assumiu um caráter mais vocacional, ofertando cursos com maior flexibilidade, currículos enxugados, com um processo seletivo mais brando, atraindo muitos estudantes de nível socioeconômico mais baixo, através de programas de financiamento do governo, de bolsas de estudos, como o Prouni. Nota-se grande entrada nas universidades privadas, mas também grande evasão, principalmente por razões financeiras. Se em 1965 o sistema privado praticamente dividia o percentual de matriculados, com 44% do total de matrículas, em 1980, esse percentual das instituições

privadas sobre as matrículas globais já passa a ser de 64%. Na década de 90, o percentual passa de 70%, aumentando ainda mais no início dos anos 2000, aproximadamente 80% (MARTINS, 2009).

Historicamente, o setor tecnológico não se caracterizou como um meio de expansão e massificação no Brasil. O baixo incentivo político e de mercado, além da pouca atratividade dos cursos contribuiu para isso (CUNHA, 1983). No entanto, após a nova política para a educação profissional instituída em 1997, reformulada em 2004, o Brasil passa a contar com uma política mais clara de ensino profissional no nível terciário, conferindo o grau de Tecnólogo para os que optam por essa carreira. (TAKAHASHI e AMORIM, 2008). Nota-se que, nos últimos anos, a graduação tecnológica cresce aceleradamente a cada ano, em termos de instituições, cursos, matrículas e concluintes.

Educação Tecnológica de Nível Superior no Brasil

Houve o desenvolvimento de um ensino tecnológico, especialmente no nível sem formação específica e no ensino secundário no Brasil. A reforma universitária de 1968 lança as bases para a criação do ensino tecnológico em nível superior, ainda que de forma difusa, onde não se explicitava claramente e nem se propiciava as condições para o desenvolvimento dessa modalidade no país. O que constava era que poderiam ser criados cursos profissionais de curta duração, que proporcionassem habilidades intermediárias de nível superior. A proposta vem articulada com as demandas de mercado, que necessitava de mão de obra especializada mais rapidamente, dada ao aquecimento econômico do período (MARTINS, 2009; CUNHA, 2005).

Segundo Cunha (2005), a expansão dos cursos de curta duração com as diretrizes da reforma de 1968 vem acompanhada de uma preocupação com a diferenciação institucional, no sentido de que esses cursos de curta duração não fossem dados no interior do ensino universitário, já que os cursos de longa duração poderiam atrair os estudantes para esse perfil mais tradicional e de maior prestígio. Com isso, esses cursos de curta duração são ministrados nas escolas técnicas federais. No final da década de 70, essas escolas técnicas federais se transformam nos Centros Federais de Educação Tecnológica. Os cursos de curta duração eram denominados Engenharia de Operação, caracterizando-se por uma formação

mais técnica e de formação mais rápida para o mercado de trabalho. Contudo, assim como se observou no ensino profissional de nível secundário, a educação tecnológica também não teve muito sucesso, em termos de atratividade do público, que optava pelos cursos tradicionais, pela formação mais propedêutica. A diferenciação no sistema de ensino superior brasileiro, com uma segmentação tecnológica mais clara ocorre somente em meados da década de 1990.

Apesar do conceito de educação profissional ter surgido há mais de 100 anos, o termo educação tecnológica data da década de 70. Contudo, permaneceu a visão preconceituosa arraigada à ideia de educação profissional, tecnológica, associando esse tipo de formação às classes mais baixas (TAKAHASHI e AMORIM, 2008). Essa visão histórica se modifica um pouco com a nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996 (BRASIL, 1996), também conhecida como Lei Darcy Ribeiro, em homenagem ao seu criador. Essa lei sistematiza e integra a educação tecnológica a diversos níveis da educação no país. A educação profissional é dividida em 3 níveis a partir do Decreto nº. 2.208/97, sendo reformada pelo Decreto nº. 5.154, entrando em vigor em 2004. Os três níveis são: 1) formação inicial e continuada de trabalhadores (onde se inserem cursos profissionais que não requerem formação prévia como os cursos do SENAI); 2) educação profissional técnica de nível médio (que requerem ensino fundamental completo); 3) educação profissional tecnológica de graduação e de pós-graduação (com pré-requisito, respectivamente, de ensino médio e ensino superior completos).

Em 1999, o governo federal retoma o processo de incorporação das Escolas Técnicas Federais em Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs). Neste ano, eram cinco Cefets no país: na Bahia, Maranhão, Minas Gerais, Paraná e Rio de Janeiro. (CUNHA, 2005). A partir de 2003, há uma ampliação de institutos, cursos e vagas. Em 2005, ocorre um fato interessante: o então Cefet do Paraná é transformado em Universidade Tecnológica do Paraná, fato que teria ampla repercussão posteriormente.

Em 2008, é lançado o Programa de Educação Profissional e Tecnológica, implementado pela lei nº 11.892. Essa lei cria a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. 31 centros federais de educação tecnológica (Cefets), 75 unidades descentralizadas de ensino (Uneds), 39 escolas agrotécnicas, 7 escolas técnicas federais e 8 escolas vinculadas a universidades deixaram de existir para formar os Institutos

Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (Ifes). Todos os antigos Cefets e escolas técnicas tornam-se Ifes. A exceção são os Cefets de Minas Gerais e Rio de Janeiro, que a exemplo do antigo Cefet do Paraná, buscam transformar-se em Universidade Tecnológica, processo que não foi consolidado até hoje, e nos aproxima novamente da ideia de aproximação desses institutos, através do alto grau de diferenciação e valores universitários, do prestígio associado à universidade tradicional.

Segundo aponta o site do MEC⁴, o setor público com instituições federais está crescendo muito nos últimos anos, ampliando o número de vagas para cursos tecnológicos. De 1909 a 2002 eram 140 escolas técnicas espalhadas pelo Brasil. Entre 2003 e 2010, mais 214 previstas foram implementadas. Com a ampliação do sistema de Ifes entre 2011 e 2014, o número saltou de 354 para 562 unidades ao fim de 2014, com o acréscimo de 208 instituições, gerando 600 mil vagas, segundo estimativas do Ministério da Educação.

O terceiro nível de educação profissional ganha um caráter inovador e particular, na medida em que surgem, pela demanda de qualificação e “requalificação” de acordo com nova configuração no mercado de trabalho, novas tecnologias do mundo globalizado. Enquanto os cursos tradicionais do ensino superior oferecem o título de bacharel ou licenciado, os cursos de graduação tecnológica conferem o título de tecnólogo. Alguns fatores distinguem os dois modelos como o sua formação mais especializada, com uma carga horária menor, geralmente com cursos de 2, 3 anos, integrada ao mercado de trabalho, acompanhando as tendências deste (TAKAHASHI e AMORIM, 2008: 217).

Os cursos tecnológicos vêm atender a uma demanda do mercado por especialistas dentro de uma área de conhecimento, em vez dos generalistas formados pelas outras modalidades de ensino superior. Os principais atributos da Educação Tecnológica são o foco, a rapidez, a inserção no mercado de trabalho e a metodologia. O foco desta modalidade é a formação em um campo de trabalho definido, alinhado às necessidades atuais. A rapidez refere-se à oferta do curso com uma carga horária menor, de dois ou três anos.

Por estarem pautados em pesquisas de mercados para sua oferta e funcionamento, visam à rápida inserção do aluno no mercado de trabalho de acordo com as tendências do mercado.

⁴ http://redefederal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=2.

As mudanças nas legislações sobre o ensino profissional possibilitaram um rápido crescimento do ensino superior tecnológico. A partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), Takahashi e Amorim (2008) constataram que entre 2000 e 2002 houve um grande crescimento (74%) do número de cursos tecnológicos, passando de 364 para 636.

No Brasil, o ensino tecnológico ainda não adquiriu grandes dimensões como em outros países, mas cresce, nos últimos anos, com a abertura de novos cursos e instituições, aumentando a demanda de alunos e do mercado de trabalho em busca desses profissionais. A pesquisa teve o intuito de tecer um olhar geral sobre o esse tipo de ensino superior no mundo, especialmente traçando o perfil mais geral do aluno que sai desses cursos.

METODOLOGIA, RESULTADOS E ANÁLISES

Utilizou-se uma base de dados secundários disponibilizada gratuitamente pelo Inep/IBGE. Trata-se especificamente da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2007. (IBGE, 2009). A PNAD é produzida anualmente pelo IBGE, com exceção dos anos de Censo Nacional, que são aplicados a cada década. Esta é uma boa fonte de dados sobre a realidade brasileira e vem sendo utilizada por diversos pesquisadores. Um dos focos principais da PNAD é a avaliação das mudanças no mercado de trabalho.

Na época da realização da pesquisa, a PNAD de 2007 era a única da série de PNADs que continha o suplemento sobre educação profissional. Dada a sintonia entre informações educacionais e de trabalho, optou-se pela PNAD 2007 para traçar um panorama da educação tecnológica no Brasil, especificamente da graduação tecnológica. Realizou-se uma análise estatística descritiva dos dados, traçando o perfil dos tecnólogos: se os estudantes foram para ocupações no mercado de trabalho equivalente, se há diferenciação por região, gênero, cor ou raça, idade, média salarial.

Ressalta-se aqui as limitações derivadas do fato da PNAD ser uma amostra e no caso ser tomada em apenas um ano. Apesar dos resultados não serem conclusivos, pode-se ter um bom panorama do perfil dos egressos da graduação tecnológica no país que estavam no mercado de trabalho, de modo a orientar outras pesquisas. Abaixo alguns dados extraídos da pesquisa.

Dados dos Egressos da Graduação Tecnológica no Brasil⁵

Tabela 1. Gênero.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Masculino	72739	59,3	59,3
Feminino	49955	40,7	100,0
Total	122694	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 2. Cor ou raça.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Indígena	938	0,8	0,8
Branca	95028	77,5	78,2
Preta	2936	2,4	80,6
Amarela	3317	2,7	83,3
Parda	20475	16,7	100,0
Total	122694	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 3. Área da Graduação Tecnológica.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Artes, comunicação e design	2133	1,7	1,7
Saúde e meio ambiente	19039	15,5	17,3
Comércio, gestão e turismo	29072	23,7	41,0
Construção civil, geomática e transportes	10903	8,9	49,8
Indústria, química e mineração	14642	11,9	61,8
Informática e telecomunicações	17277	14,1	75,9
Outra	29628	24,1	100,0
Total	122694	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

⁵ Para a produção das tabelas, a pesquisa utilizou o software SPSS.

Tabela 4. Regiões do Brasil.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Norte	2656	2,2	2,2
Nordeste	13484	11,0	13,2
Sudeste	72470	59,1	72,2
Sul	24172	19,7	91,9
Centro-Oeste	9912	8,1	100,0
Total	122694	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 5. Idade.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade do morador	122694	20	67	37,25	10,804

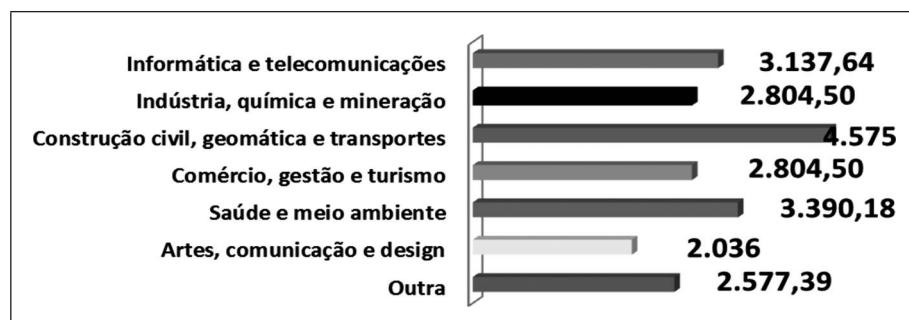
Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 6. Renda Mensal do Trabalho Principal.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Rend mensal trabalho principal	122694	150	50000	2903,69	4180,337

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Figura 1. Média Salarial por área do curso tecnológico.



Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

A análise dos dados dos concludentes da graduação tecnológica permite afirmar que há um perfil concentrado em alguns grupos sociais. A maioria dos indivíduos na amostra são homens, brancos, da região sul-sudeste, que fizeram o curso presencial e que trabalham ou trabalharam na área. A média de idade é de 37 anos, com pessoas entre 20 e 67 anos no banco. Em termos de rendimento, houve uma variação de 150 a 50.000 reais, sendo a média de 2.900 reais. Em relação às áreas dos cursos realizados, destacam-se, em termos de renda, “Construção civil, geomática e transportes”, “Saúde e meio ambiente” e “Informática e telecomunicações”, que, curiosamente, respondem por menor porcentagem dos casos disponibilizados, ficando acima apenas da área de “Artes, comunicação e design”. Abaixo, um panorama do perfil dos egressos dos cursos de graduação tecnológica por região do país.

REGIÕES DO BRASIL = NORTE

Tabela 7. Gênero.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Masculino	1387	52,2	
Feminino	1269	47,8	100,0
Total	2656	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 8. Cor ou raça.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Branca	599	22,6	
Preta	246	9,3	31,8
Amarela	183	6,9	38,7
Parda	1628	61,3	100,0
Total	2656	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 9. Área do curso.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Artes, comunicação e design	479	18,0	18,0
Saúde e meio ambiente	246	9,3	27,3
Comércio, gestão e turismo	777	29,3	56,6
Construção civil, geomática e transportes	183	6,9	63,4
Indústria, química e mineração	183	6,9	70,3
Informática e telecomunicações	302	11,4	81,7
Outra	486	18,3	100,0
Total	2656	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 10. Trabalha ou já trabalhou na área.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Sim	1981	74,6	74,6
Não	675	25,4	100,0
Total	2656	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 11. Idade.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade do morador	2656	25	58	40,92	10,872

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 12. Renda Mensal do Trabalho Principal.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Rend mensal trabalho principal	2656	390	8000	2614,47	2364,096

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Na região Norte, o número total de pessoas que cursaram a graduação tecnológica foi de 2.656, sendo 1.387 homens (correspondendo a 52,2%) e 1.269 mulheres (correspondendo a 47,8%). Em relação à autodeclaração racial, a cor ou raça parda foi a predominante com 61,3%. 22,6% eram brancas; 9,3% pardas; 6,9% amarelas.

Como área de cursos mais cursados: 29,3% do número total de pessoas cursaram Comércio, Gestão e Turismo; 18,3% cursaram em outras áreas; 18,0% em Artes, Comunicação e Design; 11,4% em Informática e Telecomunicações; 9,3% em Saúde e Meio Ambiente; 6,9% em Construção Civil, Geomática, Transportes e em Indústria, Química e Mineração.

As maiorias das pessoas trabalham na área do respectivo curso, sendo 1981 pessoas (correspondente a 74,6%) já trabalham na área do curso e 675 pessoas (correspondente a 25,4%) ainda não trabalham na área do curso realizado. A idade das pessoas variou de 25 a 58 anos, uma média de 41 anos de idade. A Renda Mensal do trabalho principal das pessoas que cursaram a graduação Tecnóloga estava entre R\$ 390,00 a R\$8.000,00, uma média de R\$2,614,47 por mês.

REGIÕES DO BRASIL = NORDESTE

Tabela 13. Gênero.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Masculino	9169	68,0	68,0
Feminino	4315	32,0	100,0
Total	13484	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 14. Cor ou raça.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Branca	6147	45,6	45,6
Preta	1901	14,1	59,7
Parda	5436	40,3	100,0
Total	13484	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 15. Área Profissional.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Saúde e meio ambiente	888	6,6	6,6
Comércio, gestão e turismo	5323	39,5	46,1
Construção civil, geomática e transportes	959	7,1	53,2
Indústria, química e mineração	1357	10,1	63,2
Informática e telecomunicações	1505	11,2	74,4
Outra	3452	25,6	100,0
Total	13484	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 16. Trabalha ou já trabalhou na área.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Sim	10184	75,5	75,5
Não	3300	24,5	100,0
Total	13484	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 17. Idade.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade do morador	13484	20	66	40,73	13,401

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 18. Renda Mensal do Trabalho Principal.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Rend mensal trabalho principal	13484	200	15000	2003,26	2232,690

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

O número total de egressos do curso Tecnológico foi de 13.484, sendo 9.169 homens (corresponde a 68%) e 4.315 mulheres (correspon-

de a 32%). A cor ou raça branca foi predominante com 45,6%. 40,3% se autodeclararam pardos e 14,1% pretos.

39,5% foram egressos de cursos na área de Comércio, Gestão e Turismo; 11,2% na de Informática e Telecomunicações; 10,1% na de Indústria, Química e Mineração; 7,1% na de Construção Civil, Geomática e Transportes; 6,6% na de Saúde e Meio Ambiente; e 25,6% cursaram em outras áreas não especificadas.

A maioria dos alunos já trabalhou ou trabalha na área, sendo 10.184 pessoas (75,5%); já 3.300 (24,5%) nunca trabalhou e/ou não trabalha na área. Na região Nordeste, a idade dos alunos varia entre 20 e 66 anos, sendo a média 40,73 anos (aproximadamente 41 anos).

O valor da renda mensal do trabalhador egresso da graduação Tecnológica está entre R\$200,00 e R\$15.000,00 mensais, sendo a média, R\$ 2.003,26.

REGIÕES DO BRASIL = SUDESTE

Tabela 19. Gênero.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Masculino	46891	64,7	64,7
Feminino	25579	35,3	100,0
Total	72470	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 20. Cor ou raça.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Indígena	938	1,3	1,3
Branca	58595	80,9	82,1
Preta	789	1,1	83,2
Amarela	2781	3,8	87,1
Parda	9367	12,9	100,0
Total	72470	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 21. Área Profissional.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Artes, comunicação e design	1654	2,3	2,3
Saúde e meio ambiente	10477	14,5	16,7
Comércio, gestão e turismo	10428	14,4	31,1
Construção civil, geomática e transportes	9366	12,9	44,1
Indústria, química e mineração	9463	13,1	57,1
Informática e telecomunicações	13453	18,6	75,7
Outra	17629	24,3	100,0
Total	72470	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 22. Trabalha ou já trabalhou na área.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Sim	58035	80,1	80,1
Não	14435	19,9	100,0
Total	72470	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 23. Idade.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade do morador	72470	21	67	38,32	10,415

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 24. Renda Mensal do Trabalho Principal.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Rend mensal trabalho principal	72470	150	23000	3179,53	3613,253

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

De acordo com a análise dos dados obtidos da região Sudeste, o número total de alunos que cursaram a graduação tecnológica é de 72.470, sendo 46.891 homens (corresponde a 64,7%) e 25.579 mulheres (corresponde a 35,3%). A cor ou raça branca é a predominante com 80,9%; 12,9% são pardos; 3,8% amarelos; e 1,1% pretas.

18,6% cursaram Informática e Telecomunicações; 14,5% Saúde e Meio Ambiente; 14,4% Comércio, Gestão e Turismo; 13,1% Indústria, Química e Mineração; 12,9% Construção Civil, Geomática e Transportes; 2,3% Artes, Comunicação e Design e 24,3% cursaram em outras áreas.

A maioria dos alunos já trabalhou ou trabalham na área, sendo 58.035 pessoas (80,1%); já 14.435 (19,9%) nunca trabalhou e/ou não trabalha na área. Na região Sudeste, a idade dos egressos varia de 21 a 67 anos, sendo a média 38,32 anos (aproximadamente 38 anos). O valor da renda mensal do trabalhador está entre R\$150,00 e R\$23.000,00 mensais, sendo a média, R\$ 3.179,53.

REGIÕES DO BRASIL = SUL

Tabela 25. Gênero.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Masculino	10285	42,5	42,5
Feminino	13887	57,5	100,0
Total	24172	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 26. Cor ou raça.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Branca	23320	96,5	96,5
Parda	852	3,5	100,0
Total	24172	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 27. Área Profissional.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Saúde e meio ambiente	4976	20,6	20,6
Comércio, gestão e turismo	9696	40,1	60,7
Construção civil, geomática e transportes	395	1,6	62,3
Indústria, química e mineração	3285	13,6	75,9
Informática e telecomunicações	626	2,6	78,5
Outra	5194	21,5	100,0
Total	24172	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 28. Trabalha ou já trabalhou na área.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Sim	20273	83,9	83,9
Não	3899	16,1	100,0
Total	24172	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 29. Idade.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade do morador	24172	21	59	31,59	8,119

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 30. Renda Mensal do Trabalho Principal.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Rend mensal trabalho principal	24172	450	30000	2138,64	3360,107

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

O número total de alunos que cursaram o curso Tecnológico na região Sul é de 24.172, sendo 10.285 homens (corresponde a 42,5%) e 13.887 mulheres (corresponde a 57,5%). Desse valor total, a cor ou raça branca é predominante com 96,5%; 3,5% são pardos; 2,6% cursaram a graduação tecnológica na área de Informática e Telecomunicações; 20,6% na de Saúde e Meio Ambiente; 40,1% na de Comércio, Gestão e Turismo; 13,6% na de Indústria, Química e Mineração; 1,6% na de Construção Civil, Geomática e Transportes; 21,5% cursaram em outras áreas não especificadas.

A maioria dos alunos já trabalhou ou trabalham na área, sendo 20.273 pessoas (83,9%); já 3.899 (16,1%) nunca trabalhou e/ou não trabalha na área. Na região Sul, a idade dos alunos varia 21 a 59 anos, sendo a média aproximadamente 32 anos. O valor da renda mensal do egresso do curso Tecnológico na região estava entre R\$450,00 e R\$30.000,00 mensais, sendo a média, R\$ 2.138,64.

REGIÕES DO BRASIL = CENTRO-OESTE

Tabela 31. Gênero.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Masculino	5007	50,5	50,5
Feminino	4905	49,5	100,0
Total	9912	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 32. Cor ou raça.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Branca	6367	64,2	64,2
Amarela	353	3,6	67,8
Parda	3192	32,2	100,0
Total	9912	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 33. Área Profissional.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Saúde e meio ambiente	2452	24,7	24,7
Comércio, gestão e turismo	2848	28,7	53,5
Indústria, química e mineração	354	3,6	57,0
Informática e telecomunicações	1391	14,0	71,1
Outra	2867	28,9	100,0
Total	9912	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 34. Trabalha ou já trabalhou na área.

	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Sim	7105	71,7	71,7
Não	2807	28,3	100,0
Total	9912	100,0	

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 35. Idade.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade do morador	9912	23	62	37,48	10,417

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

Tabela 36. Renda Mensal do Trabalho Principal.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Rend mensal trabalho principal	9912	500	50000	4055,10	8979,033

Fonte: PNAD 2007, Elaborada pelos autores.

O número total de egressos da graduação tecnológica na região Centro-Oeste encontrado na amostra foi de 9.912, sendo 5.007 homens

(50,5%) e 4.905 mulheres (49,5%). A cor ou raça branca foi a predominante com 64,2%; 32,2% eram pardos; e 3,6% amarelos.

28,7% eram egressos de cursos na área de Comércio, Gestão e Turismo; 14% de Informática e Telecomunicações; 3,6% de Indústria, Química e Mineração; 24,7% de Saúde e Meio Ambiente; e 28,9% de outras áreas não especificadas.

A maioria dos alunos já trabalhou ou trabalha na área, sendo 7.105 pessoas (71,7%). 2.807 (28,3%) nunca trabalhou e/ou não trabalha na área. Na região Centro-Oeste, a idade dos alunos varia de 23 a 62 anos, sendo a média 37 anos. O valor da renda mensal do trabalhador que cursou a graduação Tecnológica está entre R\$500,00 e R\$50.000,00 mensais, sendo a média, R\$ 4.055,10.

Síntese do Perfil dos egressos da Graduação Tecnológica das Regiões Brasileiras

Por meio da análise dos dados, pode-se caracterizar o perfil dos egressos por regiões brasileiras, sempre tendo em consideração o fato de ser apenas uma amostra de um ano da PNAD e que novas pesquisas devem ser realizadas para confirmar os achados destes dados.

Conclui-se que, na região Norte, os egressos da graduação Tecnológica eram na maioria homens, pardos, que trabalhavam na área. A área do curso dos egressos que mais se destacou foi a de Comércio, Gestão e Turismo. A média de idade era de 42 anos e a média de renda mensal do trabalho principal era de R\$2.614 reais.

Já na região Nordeste, a maioria dos egressos eram homens, brancos, com idade média de 41 anos, com a área de Comércio, Gestão e Turismo também tendo maior destaque. A maior parte já tinha trabalhado na área, recebendo uma renda média mensal de R\$ 2.003,26 reais, menor que a dos egressos da Região Norte.

Na região Sudeste, a maioria dos alunos era homens brancos com idade média de 38 anos, que realizaram o curso majoritariamente na área de Informática e Telecomunicações na amostra selecionada. Grande parte já trabalhou na área, recebendo uma renda média mensal de R\$ 3.179,53 reais, valor bem acima dos egressos do Norte e do Nordeste.

A maioria dos egressos da região Sul eram mulheres brancas com idade média de 32 anos, sendo os cursos na área de Comércio, Ges-

tão e Turismo os de maior destaque. A renda média mensal foi de R\$ 2.138,64, segundo valor menor dentre as regiões brasileiras pelos dados da PNAD 2007. O que chamou atenção nos dados da região Sul na comparação dos demais foi o fato da maioria dos egressos ser mulher e da média de idade ser bem menor, comparada às demais regiões.

Por fim, na região Centro-Oeste, a maioria dos egressos eram homens brancos com idade média de 38 anos, que realizaram o curso majoritariamente na área de Comércio, Gestão e Turismo. A maioria já trabalhou na área. O dado que mais chama a atenção é a média de renda mensal dos egressos do Centro-Oeste, R\$ 4.055,10 reais, por ser a maior das regiões brasileiras e, por vezes, correspondendo ao dobro do valor médio dos trabalhadores das outras regiões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino tecnológico no nível superior vem crescendo nos últimos anos no Brasil, com uma política específica voltada para esse segmento, com a abertura de cursos, instituições e matrículas. Em parte, o aquecimento da economia influenciaria também esse aumento, dado a característica sintonia com o mercado de trabalho que esses cursos possuem. Os cursos de graduação passaram a ser divididos em bacharelado, licenciatura e tecnólogos, conferindo títulos diferenciados para cada uma dessas formações. Em 2008, os cursos de tecnólogo já respondiam por 17,6% do número de cursos de graduação presencial, com grande oferta no sistema privado. (ARAÚJO, 2008).

Esse trabalho traçou um perfil do ensino superior tecnológico no Brasil, observando as características demográficas dos indivíduos como gênero, raça, região, idade, além de informações como se ele trabalha na área de formação do curso tecnológico e retornos salariais no mercado de trabalho.

Notou-se uma diferenciação por áreas de formação do curso, por gênero, por cor ou raça, por média salarial e por região do país, que foi a variável de grupo destacada no trabalho. Cada região chamou a atenção por alguma característica específica que a diferenciou de outras. A Região Norte se caracterizou por ser a única que teve em sua maioria indivíduos autodeclarados pardos. A Região Nordeste foi a que teve me-

nor renda média mensal dentre as regiões brasileiras. A Região Sudeste chamou a atenção por ser a única que teve maior percentual de egressos na amostra com cursos na área diferente da de Comércio, Gestão e Turismo, no caso, Informática e Telecomunicações foi a área de maior concentração de casos. A Região Sul se diferenciou por ter uma média de idade de egressos menor e por ser a única que em sua maioria teve mulheres em maior número nos trabalhadores formados na graduação tecnológica. Por fim, a Região Centro-Oeste foi a que teve egressos com rendimento médio mensal maior dentre as regiões brasileiras no ano de 2007, segundo a amostra da PNAD.

Esta pesquisa carece de novos dados para se ter um panorama melhor de como os tecnólogos estão inseridos no mercado de trabalho. De alguma forma, esta informação é importante para trazer um impacto desse tipo de grau acadêmico para aqueles que estejam cursando ou desejem fazê-lo. Outras pesquisas potenciais a partir desta seria a comparação dos egressos dos cursos de graduação tecnológica com os egressos dos cursos mais tradicionais, nomeadamente, bacharéis e licenciados.

Ressalta-se aqui a importância da oportunidade de desenvolver esta pesquisa no *Campus Congonhas* não somente pelo objetivo fim deste trabalho, que é conhecer melhor o perfil do egresso dos cursos de graduação tecnológica no país, mas também por ser um espaço de envolvimento e aprendizado dos alunos por meio do gosto pela pesquisa e pelo crescimento pessoal e profissional futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. B. Educação tecnológica para a indústria brasileira. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*. v. 1, n. 1. Brasília: MEC/SETEC, 2008.

BARBOSA, M. Ligia O. *Estudo sobre o campo de atuação do tecnólogo*. SENAI, Departamento Nacional, 2009 80p. (Série Estudos Educacionais, n. 5)

BRASIL/MEC. LEI nº 9394, de 20/12/96. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

CUNHA, Luiz Antônio. *A universidade crítica*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1983.

_____. *O Ensino profissional na irradiação do industrialismo*. São Paulo: Editora UNESP; 2005.

FALEIROS, M. *Expansão do Ensino Superior e Diferenciação Institucional: Uma Análise Comparativa do Efeito dos Modelos Clássicos e Vocacionais sobre o Status Ocupacional de seus Egressos*. Dissertação de mestrado em Sociologia, UFMG, 2011.

IBGE. *Aspectos Complementares da Educação de Jovens e Adultos e Educação Profissional*, suplemento da Pnad 2007 (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios), em convênio com o Ministério da Educação. Comunicação Social, 22 de maio de 2009.

MARTINS, C. B. A Reforma Universitária de 1968 e a Abertura para o Ensino Superior Privado no Brasil. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 30, n. 106, p. 15-35, jan./abr. 2009.

SCHWARTZMAN, S. *A expansão do ensino superior, a sociedade do conhecimento, e a educação tecnológica*. SENAI, Departamento Nacional, Janeiro de 2005 58p.

TAKAHASHI, A. R. W. e AMORIM, W. A. C. Reformulação e expansão dos cursos superiores de tecnologia no Brasil: as dificuldades da retomada da educação profissional. *Avaliação de Políticas Públicas*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 59, p. 207-228.

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO FÍSICA: DIAGNÓSTICO SOBRE APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE DE SERVIDORES DO IFMG CAMPUS CONGONHAS

*Daniel Rodrigues Andrade¹, Lucas Oliveira Souza Costa²,
Paulo Vitor Silva Augusto³, Marcellly de Almeida Esperidião⁴,
Inara Leone Evangelista⁴, Rodrigo de Oliveira Gomes⁵*

Resumo: Este estudo teve por objetivo diagnosticar e comparar a aptidão física relacionada à saúde de servidores, do quadro efetivo e terceirizado, que atuavam no IFMG *Campus* Congonhas. Os componentes da Aptidão Física Relacionada à Saúde (AFRS) consideram índices de força/resistência muscular, de flexibilidade, da capacidade cardiorrespiratória e gordura corporal. A metodologia combinou as pesquisas: bibliográfica e de campo. Na pesquisa bibliográfica foram revisados termos como: Aptidão Física Relacionada à Saúde, qualidade de vida, atividade física, exercício físico e consciência corporal do trabalhador. Na pesquisa de campo foram utilizados protocolos de medida de índices corporais e testes motores. O protocolo de avaliação incluiu o preenchimento de anamnese e de questionários específicos (Estado de saúde e Estado de Atividade Física). Os dados coletados passaram por uma triagem exploratória qualitativa. Os resultados mostraram que o grupo com melhor nível de AFRS (Docentes) está estabelecido por condições de vida que permitem a promoção/manutenção da saúde, ou seja, não é apenas por determinantes biológicos que emergem tal realidade, mas sim por condicionantes econômicos, culturais e sociais. Saúde é um termo que necessita relativizações que rompam com a ideia reducionista sobre ausência de doenças. Ao comparar a AFRS dos três grupos de trabalhadores identificamos necessidades de políticas institucionais para promoção da qualidade de vida dos servidores em diferentes perspectivas de intervenção (Reflexiva, Educativa e prática) para cada perfil de grupo estudado.

Palavras-chave: Aptidão física. Saúde e trabalho.

¹ Aluno do bacharelado em Engenharia de Produção - IFMG *Campus* Congonhas.

² Aluno do Curso Técnico Integrado Mecânica - IFMG *Campus* Congonhas.

³ Bolsista Voluntário Graduando Educação Física Faculdade FASAR.

⁴ Aluna do bacharelado em Engenharia de Produção - IFMG *Campus* Congonhas.

⁵ Docente do IFMG - *Campus* Congonhas. Licenciado em Educação Física. Doutorando em Ciências da Educação pela Universidade Nacional do Rosário/AR e Universidade Federal de Minas Gerais.

INTRODUÇÃO

A relação das práticas corporais e atividades físicas com a promoção da saúde estão associadas às concepções vigentes de educação física e de saúde em cada época (SOARES *et al.*, 1992). O corpo em movimento é uma expressão fundamental da vida e os exercícios e práticas físicas tem uma relação histórica com a saúde.

Neste sentido, esta pesquisa buscou diagnosticar e comparar a aptidão física relacionada à saúde de servidores, do quadro efetivo e terceirizado, que atuam no IFMG *Campus* Congonhas, bem como analisar a AFRS de cada grupo de trabalhadores e comparar os resultados dos grupos em suas diferenças e similaridades no tocante à especificidade laboral. Para tanto buscou-se compreender que os componentes da Aptidão Física Relacionada à Saúde (AFRS) devem considerar índices de força/resistência muscular, de flexibilidade, da capacidade cardiorrespiratória e gordura corporal. Estes índices se relacionam ao estado de saúde (na prevenção e redução dos riscos de doenças), bem como na organização para executar atividades do dia a dia de forma individual ou social (qualidade de vida e consciência corporal).

Percebido este panorama é importante ressaltar que o estilo de vida passou a ser considerado como um aspecto fundamental na promoção da saúde e redução da mortalidade. Para grande parte da população, os maiores riscos para a saúde e o bem-estar, têm origem no próprio comportamento individual, resultante tanto da informação e vontade da pessoa, como também das oportunidades e barreiras presentes na realidade social, incluídas aí, as políticas institucionais para promoção da qualidade de vida do trabalhador (ARAÚJO & ARAÚJO, 2000).

Neste contexto, o diagnóstico da AFRS dos servidores do IFMG *Campus* Congonhas possui um papel importante na possibilidade de construção futura de um programa de Atividade Física e consciência corporal do trabalhador alinhado às políticas institucionais de qualidade de vida que estejam atentas ao processo de democratização das práticas corporais de forma crítica e participativa. Isto poderá ampliar os conhecimentos da relação entre Atividade Física, trabalho, qualidade de vida e saúde dos servidores que atuam nesta instituição.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo combinou as pesquisas: bibliográfica e de campo. Na pesquisa bibliográfica foram revisados termos como: Aptidão Física Relacionada à Saúde, qualidade de vida, atividade física, exercício físico, sedentarismo e consciência corporal do trabalhador. O levantamento bibliográfico foi realizado na biblioteca do IFMG *Campus Congonhas*, nos sistemas de biblioteca digital e no sistema de bibliotecas da UFMG, nos sites de busca acadêmica (Biblioteca Digital de Teses e Dissertações - BDTD, Biblioteca Científica Eletrônica - *Scielo*, entre outros) e no Portal de periódicos CAPES.

Na pesquisa de campo foram utilizados protocolos de medida de índices corporais e testes motores indicados pelo American College of Sports Medicine (ACSM). Foram mensuradas: massa corporal, estatura, dobras cutâneas (Protocolo de Faulkner (1968) 4 Dobras cutâneas: Tríceps; subescapular; supra ilíaca e abdome), o perímetro da cintura e o perímetro do quadril. Foram utilizados os seguintes instrumentos: uma balança mecânica da marca Welmy com carga máxima de 150 kg e precisão de 100 gramas; um estadiômetro acoplado na balança com escala de 2,00m em divisões de 0,05cm; um adipômetro (Sanny®), com precisão de 0,5mm e variação de 0 a 55 mm e uma fita métrica de 1,5m. Os voluntários foram submetidos a uma bateria de testes motores que obedeceu a seguinte ordem: sentar-e-alcançar (flexibilidade), abdominal modificado 1 minuto (força/resistência muscular) e corrida/caminhada de 1600 metros (aptidão cardiorrespiratória). Os testes sugeridos pelo ACSM para a avaliação de cada um destes componentes são vários, tendo sido selecionados, para o presente estudo, aqueles que melhor se adequam às condições e material disponível no IFMG *Campus Congonhas* (ACSM, 2015). Todos os recursos e materiais utilizados neste estudo estavam disponíveis no setor de Esporte e Lazer do *Campus Congonhas* e/ou foram disponibilizados pelo professor orientador.

Para os perímetros da cintura e quadril foi usada uma fita métrica de 1,5 m de comprimento, 0,5 cm de largura, com uma escala de 0,1 cm assegurando que a fita sempre esteja esticada. A fita será aplicada de modo a ficar tensa, mas nunca apertada, evitando a compressão da pele. Foram realizadas três medições em cada local e realizada a média das medidas (ACSM, 2015). Os procedimentos adotados estão baseados nas reco-

mendações do ACSM (ACSM, 2015). Relativamente à circunferência da cintura, os indivíduos permaneceram na posição ortostática, com os pés unidos e abdómen relaxado. A medição foi realizada no plano horizontal na região de menor circunferência, acima da cicatriz umbilical e logo abaixo da caixa torácica, após uma expiração normal. No que diz respeito à circunferência do quadril, a medição foi realizada no maior plano horizontal em torno das nádegas, devendo o indivíduo manter os calcanhares unidos. Em seguida foi calculado o RCQ através da seguinte fórmula (ACSM, 2015): $RCQ = \text{Circ. da Cintura dividido pela Circ. do Quadril}$.

Para avaliar a força muscular foi realizado o teste de força abdominal. Neste teste os indivíduos assumiram a posição supina, sobre um colchão, com os joelhos a 90° de flexão. Os braços ficaram posicionados ao lado do tronco, com as palmas das mãos voltadas para baixo. Previamente foram colocados dois pedaços de fita adesiva, com um espaço de 10 cm entre elas. Os sujeitos foram instruídos de modo a que os dedos médios toquem no primeiro pedaço de fita adesiva no início da posição de teste. Foi pedido que deslizassem os dedos médios até tocarem no segundo pedaço de fita adesiva, sendo que para tal foi necessário levantar os ombros do colchão, voltando depois à posição inicial. Os voluntários tiveram que alinhar as costas no final de cada movimento, antes de as enrolarem, no início do movimento seguinte. Foi contabilizado o número máximo de repetições realizadas, sem pausas, durante 1 minuto, foi utilizado um cronómetro digital da marca Geonaute, modelo Kalenji, Stopwatch 1/100s, para controlar o tempo (ACSM, 2015).

Para o teste de flexibilidade foi utilizado o “Sentar e Alcançar”. Este teste foi realizado na sequência do Teste de VO2 máx. e Teste de Força Abdominal, tendo estes servido de aquecimento, tal como as recomendações do ACSM. Foi utilizada, uma caixa criada para o efeito, com 30 cm de altura. Foi fixada uma prancha de madeira em cima da caixa, a 26 cm da borda frontal da mesma. Foi colocada uma fita métrica, no centro da prancha de madeira fixada na parte superior da caixa, coincidindo a marca de 26 cm com a borda frontal da caixa. Os sujeitos, depois de retirarem os sapatos, foram instruídos a sentarem-se no chão com os joelhos no máximo de extensão e os pés contra a caixa de teste. Foi então pedido para deslizarem lentamente para frente com as duas mãos, o mais distante possível, mantendo esta posição aproximadamente 2 segundos.

O avaliador certificou que o participante manteve as mãos paralelas e não realizou o movimento apenas com uma mão. A pontuação obtida refere-se ao ponto mais distante alcançado com a ponta dos dedos, numa série de três repetições. O avaliador verificou se os joelhos do participante permaneceram em extensão, sendo cada participante aconselhado a respirar normalmente durante o teste, não devendo suster a respiração em nenhum momento (ACSM, 2015).

Para os procedimentos de teste e coleta dos dados foram aplicados, um mês antes do início da pesquisa de campo, vários pré-testes ou testes piloto, de modo a operacionalizar o protocolo de teste e realizar os acertos necessários, sendo esta etapa de suma importância na familiarização dos procedimentos e equipamentos por parte dos bolsistas (ACSM, 2015). Convidamos um voluntário piloto para que os alunos bolsistas pudessem conhecer os testes e validar a aplicação na amostra pretendida. Durante a aplicação foi utilizada luminosidade natural e temperatura ambiente adequada para atividade física (22° a 28°). As sessões de teste decorreram durante o quinto, sexto e sétimo mês da pesquisa.

No dia da avaliação foi preenchido por cada participante o questionário de anamnese, o questionário MOS *Short Form Health Survey - 36 Item* (SF-36) e o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), antes da aplicação da bateria de testes. No dia anterior à avaliação, foi entregue a cada um dos participantes uma folha onde para além da explicação do estudo constava uma lista de recomendações que deveriam ser respeitadas por parte dos voluntários. Para garantir a qualidade dos dados, os testes foram aplicados pelo mesmo avaliador. A amostra se caracterizou por probabilística e ficou sujeita a adesão voluntária dos participantes. De acordo com o departamento de RH do IFMG *Campus Congonhas* existem em seu quadro funcional, atualmente, 64 docentes, 46 técnicos administrativos e 35 terceirizados. Todos os servidores do quadro efetivo e terceirizado do IFMG *Campus Congonhas* foram convidados através de Carta Convite contendo todas as informações da pesquisa, bem com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Aos que aceitaram participar do estudo foi organizada uma agenda dentro de datas e horários possíveis ao voluntário.

A análise dos dados foi do tipo transversal. Todas as variáveis foram medidas uma única vez, sem distinção estrutural entre as preditoras e as de desfecho. Os estudos transversais são de grande valor, pois fornecem

informações descritivas sobre prevalência, além disso, têm a vantagem de não acarretar os problemas típicos de estudos de acompanhamento, como tempo prolongado, custos e abandono (HULLEY, 2003). Pereira (1997), ainda menciona tratar-se de uma boa opção para descrever as características dos eventos de uma população para identificar casos na comunidade e para detectar grupos de alto risco, aos quais pode ser oferecida atenção especial.

Para o tratamento estatístico a análise descritiva dos dados quantitativos forneceu como medida de localização (tendência central) – Média - e de dispersão dos dados – Desvio Padrão e Amplitude. O pacote estatístico SPSS versão 10.0 foi utilizado para arquivo e análise dos dados. A média aritmética é a medida mais comum de localização dos dados. Corresponde a soma das observações dividida pelo número delas. O desvio padrão é uma medida que só pode assumir valores não negativos e quanto maior for maior será a dispersão dos dados. Algumas propriedades do desvio padrão, que resultam imediatamente da definição. Todos os testes estatísticos comparativos que foram realizados neste estudo utilizaram valores de p (probabilidade de as médias serem iguais) foram marcados com * (um asterisco) quando for constatada diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$) e com ** (dois asterisco) quando a diferença for altamente significativa ($p < 0,01$).

O relatório final foi caracterizado por um capítulo de revisão literária, somado a um capítulo de análise dos dados, outro capítulo com as discussões e interpretação dos resultados e por fim as conclusões com os desdobramentos para futuras investigações, bem como apontamentos para projetos de extensão e inclusão de debates sobre políticas institucionais para promoção da saúde e qualidade de vida dos servidores efetivos e terceirizados do IFMG Campus Congonhas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Aptidão Física, saúde e trabalho: perspectivas sobre qualidade de vida

A relação das práticas corporais e atividades físicas com a Promoção da Saúde estão associadas às concepções vigentes de educação física e de saúde em cada época (SOARES *et al.*, 1992). O corpo em movimento é

expressão fundamental da vida e os exercícios e práticas físicas tem uma relação histórica com o desenvolvimento humano, de forma bastante explícita na pré-história e em civilizações antigas, quando os homens precisavam lutar, fugir e caçar para sobreviver; ainda continuam como parte elementar das relações humanas, seja no trabalho ou no lazer, bem como nos diferentes meios sociais. Além disso, ao longo dos séculos, manter o corpo em movimento, na forma de esportes de competição ou espetáculo ou de exercícios físicos sistematizados e planejados, passa a ter finalidades higiênicas, terapêuticas, estéticas e de preparação militar; além das práticas corporais com fortes especificidades tradicionais; representando um aspecto importante do prazer e da cultura de um povo (NOGUEIRA, 2014).

Assim na atualidade a Promoção da Saúde tem papel que vai além do impacto nas condições de saúde da população; seus direcionamentos devem buscar transformar o perfil de engajamento comunitário e o bem estar social. Nesse processo, múltiplos recursos devem ser articulados e integrados levando em consideração diferentes interesses, necessidades e motivações dos atores sociais no cenário local (MACDONALD; VEEN; TONES, 1996).

A participação de usuários e comunidades é um componente primordial na medida em que favorece o mapeamento de demandas e oportunidades, com a colaboração entre múltiplos parceiros, a responsabilização coletiva em torno dos resultados e um maior aprendizado social (MAGALHÃES, 2016). As instituições, quaisquer que sejam elas, deveriam trabalhar para reduzir as iniquidades por meio de ações que envolvam o desenvolvimento de políticas saudáveis, a criação de ambientes favoráveis à saúde, o reforço da ação comunitária, o desenvolvimento de habilidades pessoais e a reorientação dos serviços de saúde (DEMPSEY *et al.*, 2011; OPAS, 2016).

Desta forma a qualidade de vida no trabalho pode ser compreendida num conceito mais amplo de qualidade de vida. Para Conte (2003) o comprometimento com a qualidade ocorre de forma mais natural nos ambientes organizacionais em que os funcionários encontram-se intrinsecamente envolvidos nas decisões que influenciam diretamente suas atuações, ou seja, quanto maior a democratização da tomada de decisões, maior a participação e efetividade das políticas institucionais e consequentemente seu sucesso. Para Fernandes (1996), a qualidade de vida no trabalho pode ser compreendida como a gestão dinâmica e conting-

cial de fatores físicos, tecnológicos, sociais e psicológicos que afetam a cultura e renovam o clima organizacional, refletindo-se no bem-estar do trabalhador e da organização.

Este estudo tem por objetivo diagnosticar e comparar a aptidão física (AP) relacionada à saúde de servidores, do quadro efetivo e terceirizado, que atuam no IFMG Campus Congonhas. Os componentes da Aptidão Física Relacionada à Saúde (AFRS) devem considerar índices de força/resistência muscular, de flexibilidade, da capacidade cardiorrespiratória e gordura corporal. De acordo com o departamento de RH do IFMG Campus Congonhas existem em seu quadro funcional, atualmente, 64 docentes, 46 técnicos administrativos e 35 terceirizados. Torna-se importante compreender tal realidade para compor possibilidades no desenvolvimento de políticas institucionais que valorizem a qualidade de vida do trabalhador, do ponto de vista da reflexão sobre a conquista de qualidade de vida dentro e fora do ambiente de trabalho.

Aptidão Física relacionada à Saúde: imersão do conceito ao foco da pesquisa

A Aptidão física compreende um conceito interessante na temática da saúde, pois corresponde ao atributo biológico referente à capacidade e condição de executar movimentos específicos, porém com a necessidade de planejamento e orientação adequada para que se atinjam resultados significativos na performance e saúde dos indivíduos (FLAUSINO; et al., 2012).

Guedes (1996) define a aptidão física como a competência de realizar esforços físicos sem fadiga excessiva. Para o autor as tarefas comuns do cotidiano e as atividades de lazer que geram consumo energético no corpo humano não podem culminar na sensação de esgotamento, ou seja, a pessoa deve possuir a capacidade de cumprir com a sua rotina ou com demais situações comuns do dia a dia sem que haja exaustão para que ela alcance índices positivos de aptidão física relacionada à saúde.

Em consonância com as diretrizes do ASCM (2015), a aptidão física é definida a partir das características natais ou adquiridas para a realização de uma determinada atividade física. Nesse contexto é importante compreender a importância da atividade física na colaboração para a promoção da aptidão física. Guedes (2012) defende a ideia de que a atividade física é um dos fatores mais importantes para a manutenção de uma

vida saudável e longa. Os maus hábitos alimentares somados a inatividade física tem sido os principais responsáveis pelo desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas e pela perda da capacidade de realização de diversas tarefas e consequentemente na redução da aptidão física.

Para Jenovesi (2003) com o passar do tempo a população urbana tem sofrido cada vez mais com os impactos da inatividade física devido à crescente mudança no perfil da sociedade atual. Os estudos do autor apontam que a atividade física regular é essencial para a garantia da qualidade de vida relacionada à saúde, pois atua de forma preventiva no processo de desenvolvimento de doenças.

O panorama da pesquisa estimula o questionamento referente à necessidade de manter a atividade física como fator fundamental na prevenção e manutenção da saúde dos servidores do IFMG *Campus Congonhas* bem como parametrizar através das análises científicas o impacto da atividade física na aptidão física relacionada à saúde dos voluntários. Como parte dessa avaliação foi possível perceber que os docentes realizam em média 378 minutos de atividades por semana, os técnicos administrativos em média de 155 minutos e os servidores terceirizados 1195 minutos, ou seja, dados importantes para a construção das análises dos resultados da pesquisa.

Uma das ferramentas utilizada na avaliação foi o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). O Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) foi inicialmente proposto por um grupo de trabalho de pesquisadores durante uma reunião científica em Genebra, Suíça, em abril de 1998. O questionário internacional de atividade física é um instrumento com coeficientes de validade e reproduzibilidade similares a de outros instrumentos, com a vantagem de sua forma curta ser prática, rápida e possibilitar levantamentos de grandes grupos populacionais.

De acordo com Tavares (2013) um dos principais objetivos da saúde pública é aumentar a participação individual na prática regular de Atividade Física moderada a vigorosa. O conceito de qualidade de vida está atrelado diretamente à forma como a pessoa conduz sua rotina, e, por conseguinte atrelado aos níveis de aptidão física e saúde do indivíduo. Segundo Minayo *et al.*, (2000, p. 20) qualidade de vida refere-se ao grau de satisfação humano derivado da própria vida familiar, social, amorosa e também sua harmonia estética, em outras palavras, a qualidade de vida está atada às condições do meio em que o sujeito está inserido. Dessa

forma, o contentamento próprio é adquirido mediante a premissa de que a vida em casa, no trabalho, na roda de amigos e no reflexo do espelho corresponde a retornos prazerosos. Gonçalves (2004) defende a ideia de que a qualidade de vida está relacionada à maneira como as pessoas vivem e assimilam o seu cotidiano, envolvendo: educação, moradia, transporte, trabalho e saúde. É possível perceber que vários fatores contribuem para o contento de uma pessoa, por isso é importante que cada tarefa do dia esteja em harmonia com as expectativas do sujeito.

Com conformidade ao foco da pesquisa o ambiente de trabalho (escritórios, salas de aula e demais dependências físicas da instituição) deve ser analisado com mais detalhes dentre os outros cenários (casa, mercado, academias, parques etc.) a fim de captar as condições que promovam a qualidade de vida juntamente com a garantia da saúde, pois trata-se de um ambiente onde as pessoas na vida adulta passam a maior parte do dia. Segundo Freitas e Souza (2008), para que exista qualidade de vida no período produtivo da vida do homem, ou melhor, na fase da vida em que o sujeito precisa vender alguma habilidade em troca de remuneração salarial, é importante que o mesmo possua ciência das condições que submete o próprio corpo.

Em outras palavras, entende-se que o trabalhador deva ter conhecimento do estado físico que submete seu o seu corpo dentro e fora do ambiente de trabalho de forma a compreender o que pode lhe fazer mal a curto e longo prazo. Dentro da atmosfera do trabalho ele deve passar a compreender quais são as atividades que geram desconforto físico e psicológico, sobretudo aquelas tarefas que o submetem a posturas incorretas e/ou repetições desgastantes que possam provocar doenças do trabalho.

Trabalho, saúde e qualidade de vida no IFMG Campus Congonhas: Lócus da investigação

A aptidão física tem papel importante no ambiente de trabalho por ser reconhecida como ponderoso fator de indicação de saúde do trabalhador. Através de bons níveis de AP é possível correlacionar que o local de trabalho tende a ter menores influências em provocar doenças crônicas e/ou incapacidades físicas. No ambiente de trabalho dos servidores do quadro efetivo e terceirizado do IFMG Congonhas existem cenários distintos com relação ao contexto que cada cargo atribui ao colaborador, em alguns

cargos não há a necessidade de passar o dia em frente a um computador, mas em outros não há nenhuma interação com o ambiente externo do *Campus*, essa distinção de ambientes possibilitou a pesquisa a oportunidade de diagnosticar e comparar a AFRS de diferentes profissionais que atuam em espaços como: sala de aula, escritórios, segurança, saúde e serviços gerais.

Para melhor compreender a influência que o ambiente de trabalho exerce na saúde das pessoas, foram reunidos alguns conceitos importantes da perspectiva do trabalho. Segundo Ferreira (1999, p. 198), trabalho é a “aplicação das forças e faculdades humanas para alcançar um determinado fim. Atividade coordenada, de caráter físico e/ou intelectual, necessária à realização de qualquer tarefa, serviço ou empreendimento”. O trabalho na perspectiva da pesquisa está diretamente relacionado à exposição dos servidores do *Campus* à rotina de suas atividades, sejam elas de caráter físico, intelectual ou ambos. Para compreender como a promoção da saúde acontece na esfera do cotidiano da instituição federal de ensino de Congonhas é importante compreender o conceito de satisfação no trabalho de uma maneira geral, ou seja, entender o significado de satisfação e atrelar esse conhecimento à esfera do trabalho.

Para Casado (2002, p. 250), “diferentes trabalhadores possuem diferentes fatores motivacionais, e além de buscar modelos de satisfação distintos, também têm diferentes contribuições a fazer à organização”. O autor também argumenta sobre a complexidade das tarefas, relatando a importância da execução delas como forma de gerar satisfação no empregado. O conceito de satisfação no trabalho é vasto e envolve outras variáveis que divergem do foco da pesquisa, mas em outras palavras é possível compreender que independente do local onde a pessoa está desenvolvendo seu ofício é muito relevante que essas atividades gerem prazer e que não acarretem em redução de qualidade de vida e consequentemente não lesem a saúde do trabalhador.

A saúde do trabalhador pode ser entendida a partir da correlação entre saúde-doença oriunda das condições do trabalho. O ambiente de trabalho vem sofrendo modificações dinâmicas procedentes de inovações tecnológicas e novas formas de organização e gestão do trabalho. (MENDES; WUNSCH, 2011). No panorama dos funcionários diretos e indiretos do *Campus* o conceito de saúde do trabalhador segue a mesma perspectiva da saúde em trabalhadores de uma maneira geral, ou seja,

existe risco de doenças do trabalho e influências negativas das novas tecnologias do século XXI.

Alguns cargos exigem muita disposição física para realizar as atividades da rotina, como é o caso dos funcionários terceirizados responsáveis pela limpeza e serviços gerais do *Campus*. Em outras funções os funcionários devem possuir capacidade para realizar longas tarefas em frente a um computador. Muitas vezes não fazem ingestão de água ou movimentam o corpo. Isso foi comprovado através do questionário sobre percepção de atividade física semanal, aplicado antes da bateria de testes. Percebemos que os servidores praticam em média 1 hora e 40 minutos de atividades física vigorosa 2 vezes por semana; 2 horas e 30 minutos de atividades físicas moderadas 3 vezes por semana; caminham 1 hora e 49 minuto 5 vezes por semana e passam em média 3 horas por dia sentados.

DISCUSSÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Laboratório de Avaliação física: diagnóstico sobre Aptidão Física Relacionada à Saúde de servidores do IFMG *Campus* Congonhas teve como objetivo diagnosticar e comparar a aptidão física relacionada à saúde de servidores, do quadro efetivo e terceirizado, que atuam na instituição. No contexto desse estudo é fundamental que esteja claro os conceitos de cada dado coletado (VO2 Máx.; Flexibilidade, Força Abdominal, % de gordura e IRCQ) como fonte de interpretação para cadenciar o estado de Aptidão Física Relacionada à Saúde dos servidores do *Campus*.

Dessa forma junto à discussão dos dados foram elencados autores que tratam das temáticas centrais dessa investigação e auxiliam na reflexão, descrição e formalização dos resultados. A seguir apresentamos as interpretações estatísticas dos dados, bem como as constatações e análises que emergiram das reflexões que surgiram no desenvolvimento da pesquisa.

VO2 Máximo e o Teste de 1 Milha

Para Pitanga (2004) aptidão cardiorrespiratória é a capacidade de adaptação do organismo durante a realização de esforços físicos moderados que envolvem a colaboração de grandes grupos musculares por lon-

gos períodos de tempos. Para avaliar a capacidade cardiorrespiratória Kline *et al.*, (1987) propõe o teste de 1 Milha que permite estimar o VO2 máx. dos indivíduos de forma indireta⁶.

Para Grant (1995) a capacidade aeróbia ou consumo máximo de oxigênio é a maior quantidade de oxigênio que pode ser utilizada pelo corpo durante o esforço físico, sendo usada para medir a aptidão cardiorrespiratória. Para tal mensuração existem diversos tipos de teste, como o teste de 1 milha (1609 metros), que foi utilizado nessa pesquisa como ferramenta para obtenção dos resultados de VO2 máximo.

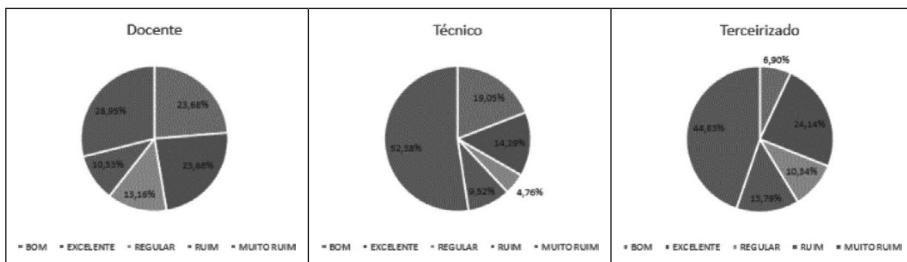
Para que o organismo realize atividades físicas e mentais é fundamental que as células do corpo humano sejam abastecidas constantemente de oxigênio, glicose, gordura e outros nutrientes. O trabalho anaeróbico acontece quando o consumo de oxigênio e nutrientes supera o fornecimento desses elementos gerando resíduos e fadiga muscular, acarretando na interrupção do trabalho, sendo o sistema cardiorrespiratório fundamental no suprimento de oxigênio e nutrientes aos músculos utilizados no trabalho. A genética também é responsável pela aptidão cardiorrespiratória, por esse motivo atividades de média e longa duração, com intensidades que podem variar entre leve e moderada de forma dinâmica e rítmica contribuem para o desenvolvimento do músculo cardíaco e dos demais componentes do sistema cardiorrespiratório, pois a qualidade do coração, pulmões, sangue e vasos sanguíneos pode ser otimizada (NAHAS, 2003).

Os protocolos para a determinação do consumo de oxigênio podem ser: máximos e submáximos. Testes máximos são aqueles que levam o indivíduo a exaustão ou alcançam a frequência cardíaca máxima, enquanto os testes submáximos são testes que não elevam a frequência cardíaca a limites extremos (ARAÚJO, 1983).

Durante a aplicação dos testes os voluntários puderam optar por correr, caminhar, ou mesclar corrida e caminhada. Todos foram orientados antes do início da bateria de testes e permaneciam cientes de como seriam coletados os seus resultados. Segundo Araújo (1986), na literatura são propostas diversas classificações para os valores de VO2 Máx. As tabelas criadas pela American Hearth Association são as mais utilizadas. Elas auxiliam as classificações atribuídas aos resultados encontrados através da diferenciação dos indivíduos por meio da idade e sexo.

⁶ Estimativa indireta corresponde a testes estabelecidos em condições específicas em grupos populacionais específicos sem utilização de alta tecnologia ou equipamentos avançados de coleta.

Figura 1. Gráficos de percentual dos resultados do teste de 1 Milha.



Os resultados obtidos após submeter os sujeitos à corrida e/ou caminhada seguem divididos entre os grupos de servidores avaliados.

Neste teste foi possível diagnosticar a predominância de resultados caracterizados como “Ruim” e “Muito Ruim”. Os grupos dos Técnicos e dos Terceirizados ficaram com uma parcela que representa mais da metade de avaliados com um diagnóstico “Ruim”. Entre os técnicos mais de 60% do resultado comprehende uma parcela negativa e apenas 33,34% encaixa-se em resultados positivos, seguidos por menos de 5% de resultados regulares. Para os terceirizados 58,62% dos resultados estão entre “Ruim” e “Muito Ruim” e 31,04% entre “Bom” e “Excelente”.

O grupo dos docentes supera os demais grupos em resultados entre “Bom” e “Excelente” com um reflexo de 47,36%. Referente à soma de “Ruim” e “Muito Ruim” constatou-se 40,48% dos docentes. 13,16% dos indivíduos deste grupo apresentaram diagnóstico de VO₂ Máx. como “Regular”. Logo é possível perceber que o grupo dos docentes possuem os melhores resultados nesse teste.

O histograma fornece o reflexo da distribuição dos valores obtidos no teste ao redor da média e quão dispersos estão da mesma é mostrado através do desvio padrão. Neste caso quanto maior a média melhor são os resultados dos avaliados no grupo, ou seja, docentes possuem as melhores médias seguidos pelos técnicos e terceirizados respectivamente. O número N corresponde ao tamanho da amostra e possui grande importância na obtenção da confiabilidade dos resultados, ou seja, quanto maior a amostra mais confiável são os resultados. Torna-se importante ressaltar que não houve valores nulos ou muito próximos a zero.

Figura 2. Histograma dos resultados do Teste de 1 Milha.

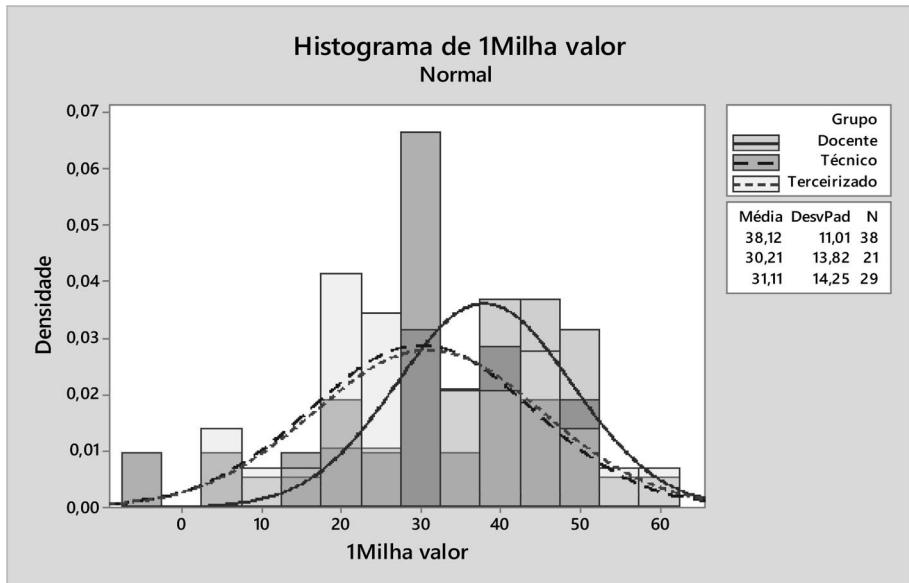
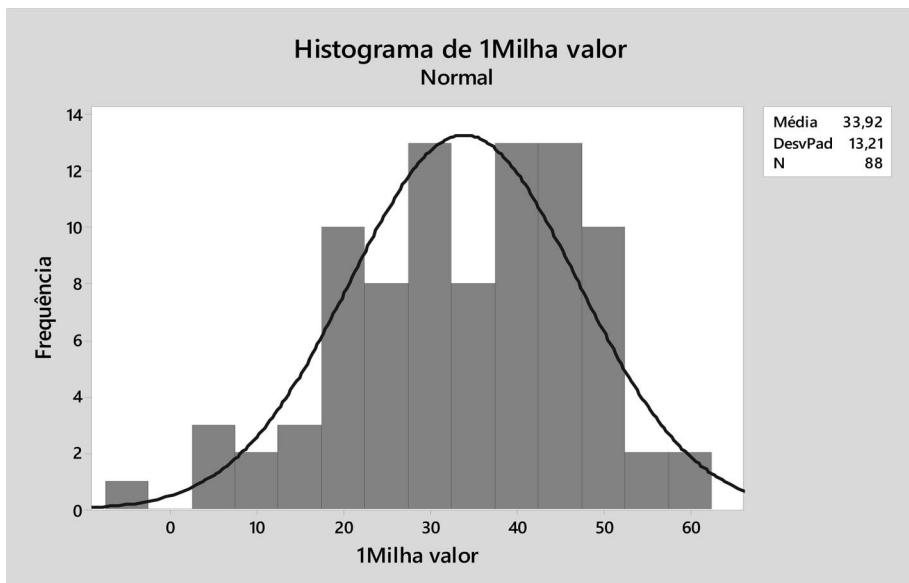


Figura 3. Histograma dos resultados do Teste de 1 Milha envolvendo todos os grupos avaliados.



Constata-se que a distribuição dos resultados do teste de corrida/caminhada ilustra a predominância de valores maiores que a média, alocados entre 40 e 50, porém a existência de muitos resultados menores que a média é percebida no gráfico de modo que é possível constatar o impacto negativo do teste de milha nos níveis de AFRS. Esse teste foi utilizado na pesquisa devido à sua capacidade avaliar o trabalho aeróbico dos voluntários do *Campus* quando submetidos a uma corrida e/ou caminhada.

Os resultados ruins encontrados no grupo dos terceirizados pode estar relacionado à falta de atividade física regular na rotina desses servidores. De acordo com os questionários aplicados num grupo de 28 colaboradores 14 não realizam atividades físicas vigorosas nenhuma vez por semana, bem como 9 não realizam atividades moderadas e 4 não caminham nenhuma vez por semana, porém 10 colaboradores caminham pelo menos 10 minutos todos os dias da semana.

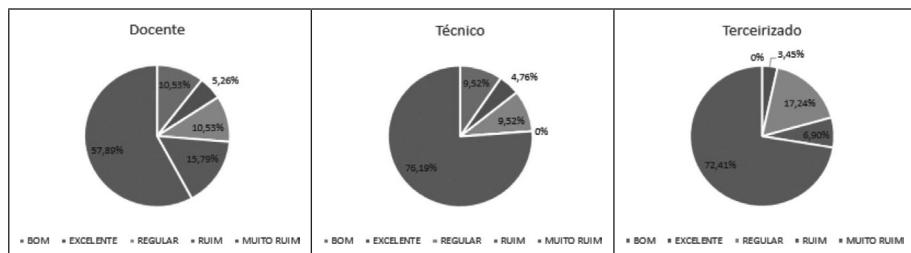
Teste de flexibilidade

Segundo a ACSM (1999) a flexibilidade das estruturas de uma articulação depende da preservação das mesmas e das condições dos tecidos conectivos e dos ossos. Neste mesmo raciocínio, Farias e Barros (2004) argumentam sobre a importância da flexibilidade nos movimentos, tornando-se um item fundamental na aptidão física do sujeito. Logo, as perdas desse componente impossibilitam as capacidades de movimentações e aumentam as chances de ocorrerem lesões articulares.

Tavares (2013) afirma que a avaliação da flexibilidade é necessária uma vez que a diminuição do desempenho em atividades da vida diária está associada a uma flexibilidade inadequada. Indivíduos que apresentam índices de flexibilidade mais elevados tendem a mover-se com maior facilidade e são menos suscetíveis a lesões quando submetidos a esforços físicos mais intensos. Além disso, baixos índices de flexibilidade nas regiões do tronco e quadril demonstram elevada associação com o aparecimento de desvios posturais e, muitas vezes, podem levar a problemas lombares crônicos irreversíveis, provocando desconforto, incapacidade de movimentos, dor, queda no rendimento em atividades do cotidiano, limitando enormemente a qualidade de vida dos indivíduos (GUEDES, NETO, GERMANO, LOPES, & SILVA, 2012).

No caso deste estudo, o teste foi auxiliado pelo banco de Wells, instrumento capaz de captar a medida em centímetros máxima alcançada pelo indivíduo ao se alongar sentado com as pernas esticadas e os pés limitados à parede inferior do banco. Foi possível captar os resultados nos três grupos de servidores conforme os gráficos:

Figura 4. Gráficos de percentual dos resultados do teste de Flexibilidade.



O teste de flexibilidade representou a avaliação com o maior resultado negativo. Em todos os grupos predominou a classificação “Muito Ruim”. Uma minoria ficou classificada como “Bom” ou “Excelente”. Houve frequência considerável de sujeitos com resultados “Regulares”. O grupo dos docentes apresentou 73,68% de resultados negativos que ainda podem ser agravados se somados a 10,53% de “Regulares”, os resultados positivos somam 15,79% sendo apenas 5,26% referente à classificação “Excelente”.

Para o grupo dos técnicos administrativos surgiu a predominância de baixíssimos índices de flexibilidade, pois o grupo possui 76.19% de casos classificados como “Muito ruim”, 9,52% “Regulares”, não havendo ninguém como “Ruim” e apenas 14.28% com índices positivos.

O grupo dos trabalhadores terceirizados apresentou o maior resultado negativo. Constatamos que 79,31% estiveram classificados como “Ruim” ou “Muito Ruim” seguido de 17,24% como “Regulares” e apenas 3,45% como “Bons”.

A média e desvio padrão dos grupos dentro desse teste são mostrados no histograma a seguir.

Figura 5. Histograma de Resultados do Teste de Flexibilidade.

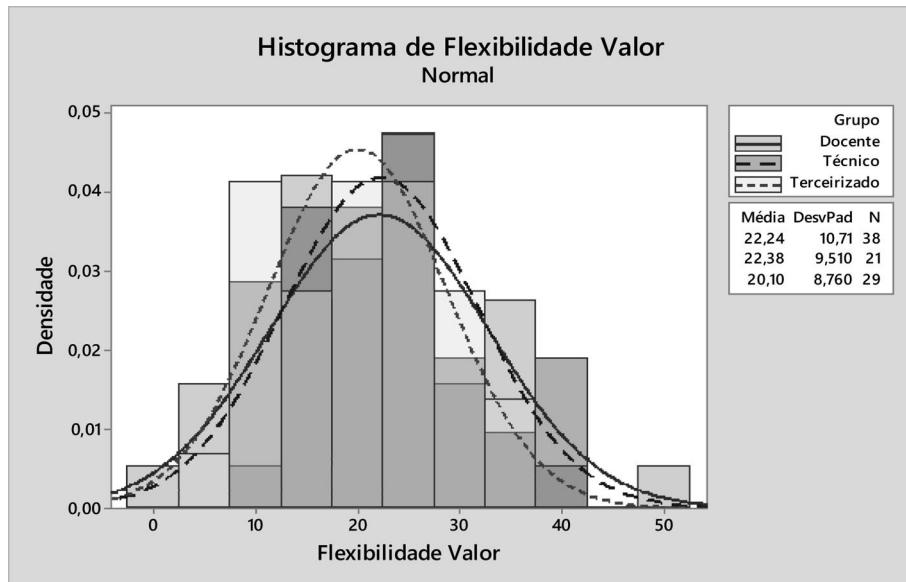
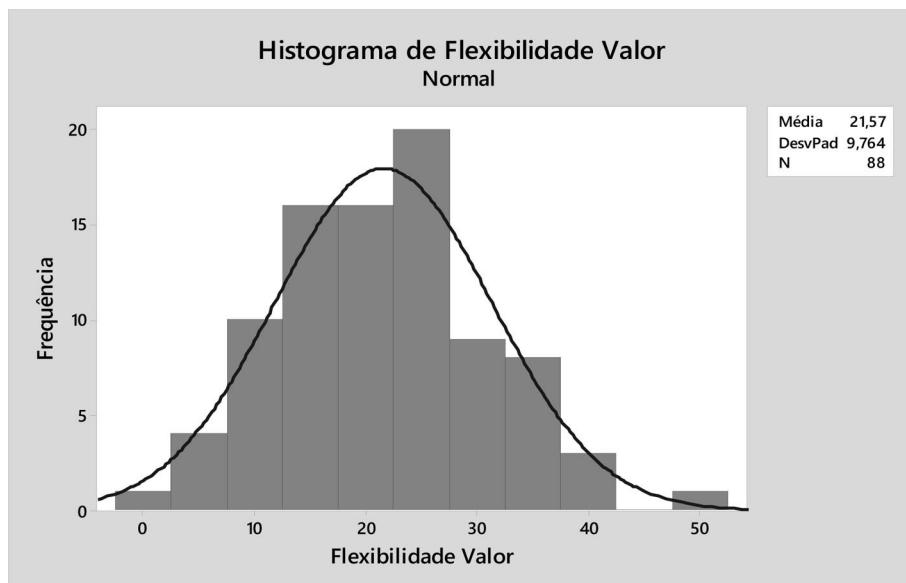


Figura 6. Histograma do Teste de Flexibilidade envolvendo todos os grupos avaliados.



O grupo dos técnicos superou os demais com relação à média de resultados do teste de flexibilidade embora por muito pouco o grupo dos docentes não se equipara a eles. Já os terceirizados se mostram pouco abaixo em resultados médios de flexibilidade possuindo também o menor desvio padrão. Em N pode-se localizar o tamanho das amostras percebendo que docentes, terceirizados e técnicos representam nessa ordem a participação no teste.

Sob um olhar extenso foi realizada a verificação da distribuição dos dados do teste de flexibilidade em todos os grupos reunidos, podendo constatar a existência de mais valores localizados abaixo da média global de 21,57 numa amostra de 88 servidores, ou seja, quanto mais indivíduos localizados abaixo da média global, maior é a massa de dados negativos.

Dantas (2003) relata que a existência de flexibilidade no corpo proporciona ao homem encontrar o seu equilíbrio funcional e a interagir integralmente com diversas atividades sociais como lazer e trabalho. Nessa temática foi possível perceber que a flexibilidade diagnosticada nos voluntários pode afetar negativamente suas ações cotidianas no ambiente de trabalho do IFMG *Campus Congonhas*, pois existe a predominância de maus índices de flexibilidade que podem comprometer a cadeia de movimentos de simples ou múltiplas articulações e a capacidade de realizar tarefas específicas na rotina diária de tarefas no instituto.

Gordura corporal

Guedes (1995) diferencia os indivíduos segundo o peso corporal, na separação entre massa corporal (livre de gordura) de gordura corporal. Nesse raciocínio Mcardle, Katch e Katch (2008) afirmam que o peso corporal aumenta após um processo de acúmulo gradativo de gordura corporal, podendo classificar os indivíduos em obesos, com excesso de peso ou peso ideal. Heyward (2002) afirma que há uma relação direta entre gordura localizada nos depósitos adiposos debaixo da pele com a gordura total.

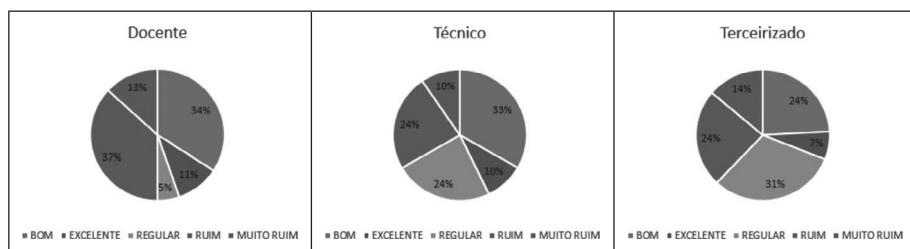
Colaborando neste raciocínio, Tavares (2013) afirma que a medição das pregas cutâneas tem vindo a ser referenciada como um bom método de avaliação, uma vez que a medida da espessura das dobras cutâneas em determinados locais do corpo podem ser um bom indicador para

a predição da quantidade de gordura corporal com protocolos específicos para cada população.

Outro teste, de medida simplificada, faz correlação dos perímetros da cintura e quadril. Permite a obtenção do IRCQ, que é a medida da circunferência da cintura dividida pela medida da circunferência do quadril e tem vindo a ser utilizada como um método descomplicado para a determinação da distribuição da gordura corporal (ACSM, 2010), bem como dos riscos de desenvolvimento de doenças cardíacas.

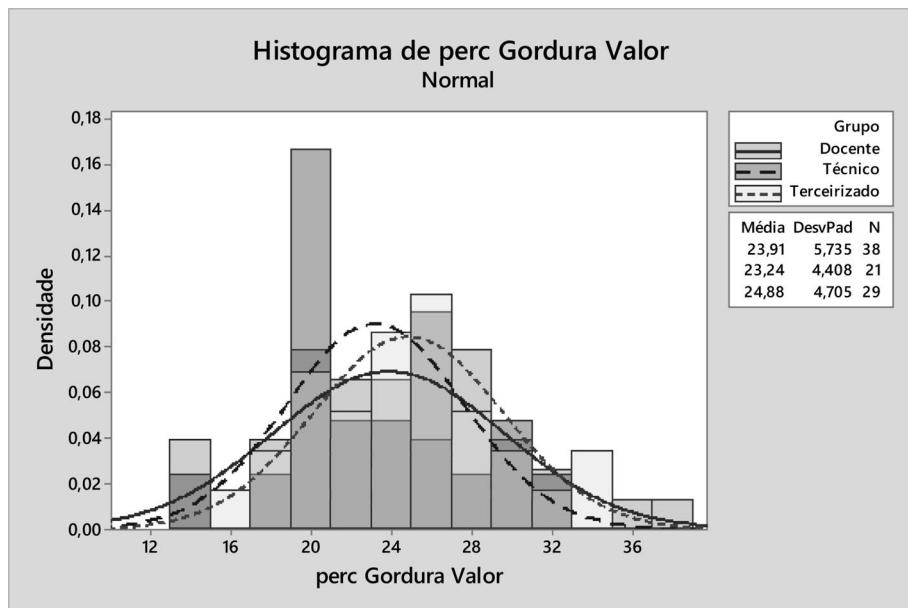
Na perspectiva do estudo os percentuais de gordura corporal foram organizados perante o protocolo de Petroski (1995) para homens e para mulheres. Os resultados apontaram que os avaliados estiveram compostos de 30% a 40% de resultados positivos nas três categorias avaliadas conforme os gráficos a seguir:

Figura 7. Gráficos de percentual de gordura.



No grupo “Docentes” 50% dos avaliados possuem altos índices de gordura corporal e 45% com resultados de percentual de gordura ideal. O grupo dos técnicos 43% contempla bons resultados de gordura corporal, porém 34 % esta com excesso de gordura corporal e 24 % com índices regulares de percentual de gordura corporal, ou seja, podem adquirir ou perder gordura na expectativa de melhorar seus resultados. Os terceirizados possuem 31% de índice positivo, 31 % regular e 38 % com percentual ruim de gordura corporal, também possuindo uma faixa que pode oscilar entre bom e ruim com facilidade.

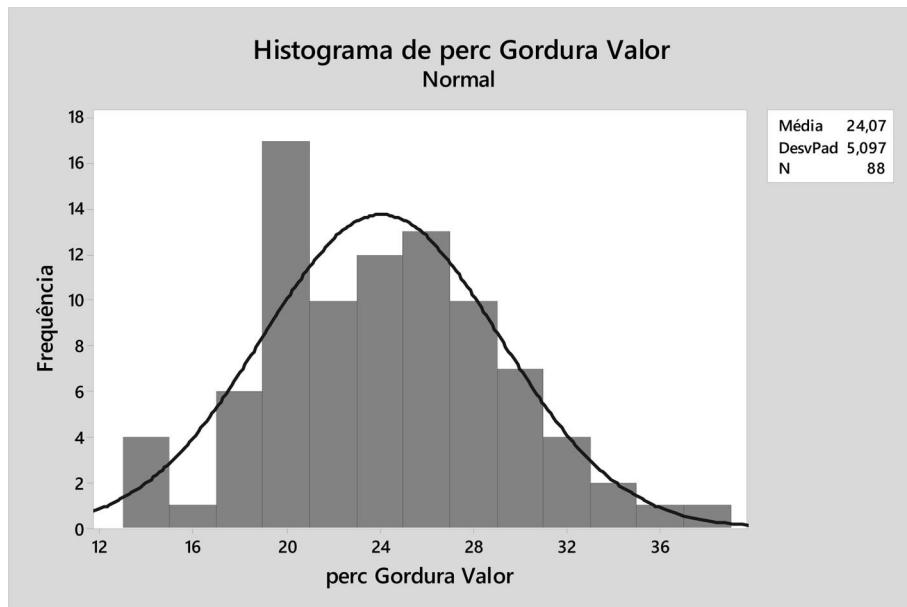
Figura 8. Histograma de gordura corporal dos avaliados.



Na comparação dos três grupos de avaliados, o resultado “Bom” encontra-se em torno das menores médias, nesse caso, o grupo dos técnicos ficou com o melhor resultado seguido dos docentes com um valor muito próximo e por último os terceirizados com uma média relativamente alta de índices “Ruins” relacionados ao percentual de gordura corporal diagnosticado.

Na avaliação dos servidores envolvendo os três grupos, a média de gordura ficou em torno de 24% com uma incidente frequência de indivíduos com percentual próximo a 20% de gordura no corporal. Isso indica que, de maneira geral, os servidores do IFMG Congonhas não estão com o percentual de gordura muito distinto da população brasileira. Segundo uma pesquisa realizada em 2013 pelo Instituto Brasileiro de Pesquisas e Estatísticas (IBGE), o Brasil foi diagnosticado com uma média de 21,35% de percentual de gordura sendo 25,2% para as mulheres e 17,5% para os homens, ambos com idade acima de 20 anos.

Figura 9. Histograma dos percentuais de gordura corporal de todos os grupos avaliados.



Força abdominal

Para Nahas (2003), resistência muscular é a capacidade de o sujeito realizar um determinado movimento diversas vezes utilizando baixos níveis de força e alcançando o maior tempo possível de movimentos eficientes. Da mesma forma Pollok e Wilmore (1993) descreve resistência muscular como a capacidade do músculo sustentar uma força ou realizar repetidas contrações musculares num determinado tempo.

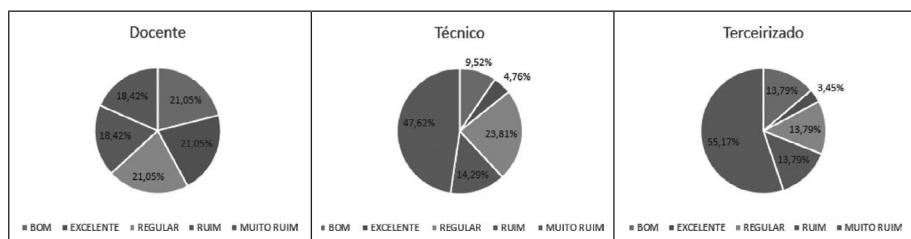
No contexto da pesquisa Sacco e Tanaka (2008) evidenciam a importância da resistência muscular para a realização de atividades do dia a dia como, caminhar, carregar coisas como pesos simples e até mesmo aguardar de pé em uma fila, ou seja, para que os funcionários realizem suas atividades, sejam elas em qualquer ambiente de trabalho, inclusive na universidade, é importante que exista resistência muscular suficiente.

Na avaliação da força e resistência muscular busca-se identificar eventuais défices de força, monitorizar o progresso na reabilitação ou a

efetividade de um programa de treino (ACSM, 2015). A força estática e a resistência muscular são aferidas com recurso a dinamómetros, tensiómetros de cabo e células de carga. Pesos livres, assim como equipamentos de musculação de resistência constante, resistência variável e isocinéticos, avaliam a força e resistência dinâmicas (HEYWARD, 2002).

A força muscular dinâmica é, muitas vezes, determinada pela quantidade máxima de resistência (carga) numa repetição, ou seja, a carga que o indivíduo é capaz de suportar num único esforço. Embora esta avaliação produza uma boa medida da força absoluta, ele requer um tempo considerável, porque é determinado por meio de tentativa e erro. Se o fator “tempo” é um aspeto a ter em conta, o TPM é uma alternativa recomendada para avaliar a força muscular (HOEGER & HOEGER, 2012).

Figura 10: Gráficos dos resultados dos testes de Força Abdominal.



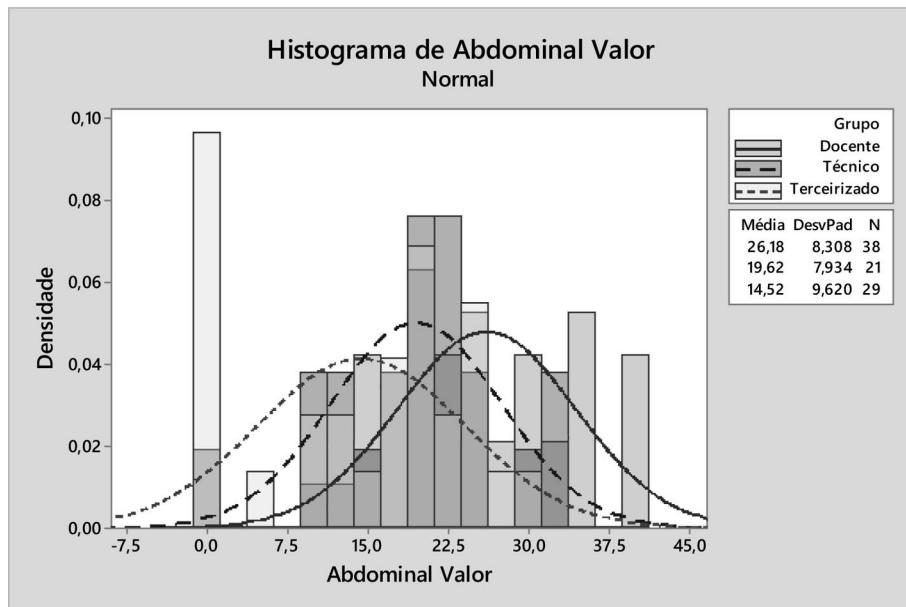
Com o teste de abdominais o grupo pode perceber a superioridade dos resultados positivos no grupo dos docentes em comparação aos dois demais grupos e um alto índice de resultados regulares, ou seja, voluntários que não se encaixaram em resultados positivos e nem negativos relacionados à força abdominal.

Aproximadamente 40% dos docentes se encaixaram entre “Bom” e “Excelente”. Outros 40% foram diagnosticados com pouca força muscular entre “Ruim” e “Muito Ruim”. O índice de resultados com conceito “Regular” foi de 21%. O grupo dos técnicos possui baixos percentuais positivos, apenas 14,28% com resultados entre “Bom” e “Excelente”; 23,81% com resultados no conceito “Regular” e a maioria com resultados negativos, cerca de 60% entre “Ruim” e “Muito Ruim”.

Já no grupo dos trabalhadores terceirizados diagnosticamos o maior resultado negativo com cerca de 70% dos sujeitos não responderam bem aos esforços abdominais. Se ainda somarmos os resultados com conceito “Regular” observamos que é significativo o nível de resultados negativos frente a este teste. Apenas 17% dos sujeitos deste grupo atingiram resultados entre “Bom” e “Excelente”.

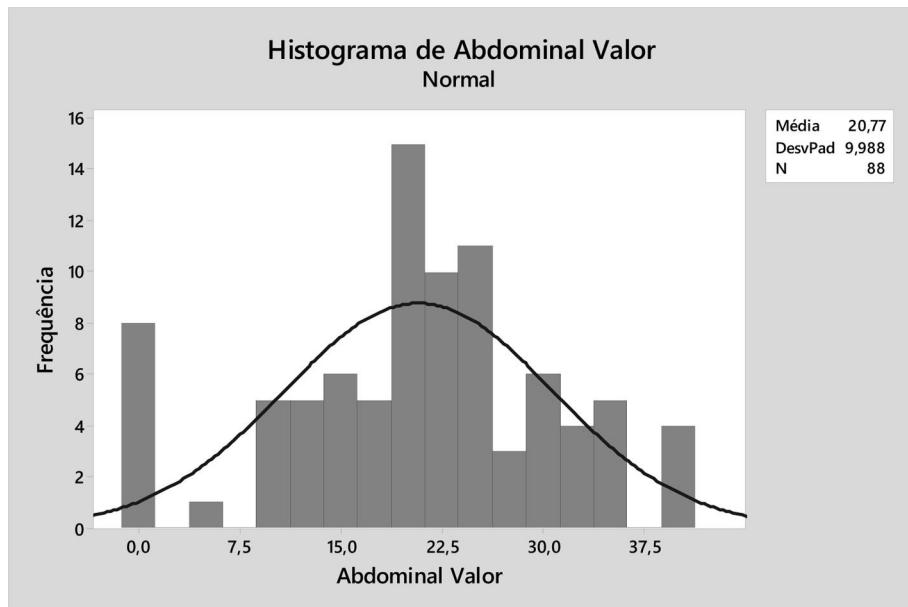
Na comparação dos três grupos, a média oscilou entre 14 e 26 abdominais, sendo a maior quantidade presente no grupo dos docentes e a menor no dos terceirizados. O grupo dos técnicos ficou com 19 abdominais na média conforme mostra o histograma abaixo.

Figura 11: Histograma de Abdominais realizados no teste de força abdominal.



Com a visualização do número de abdominais dos servidores de uma maneira geral é possível perceber que indivíduos que realizaram 0 ou 1 abdominal em 1 minuto impactaram na média global, trazendo o valor para próximo a 21 abdominais.

Figura 12: Histograma de abdominais do teste de força abdominal de todos os grupos avaliados.

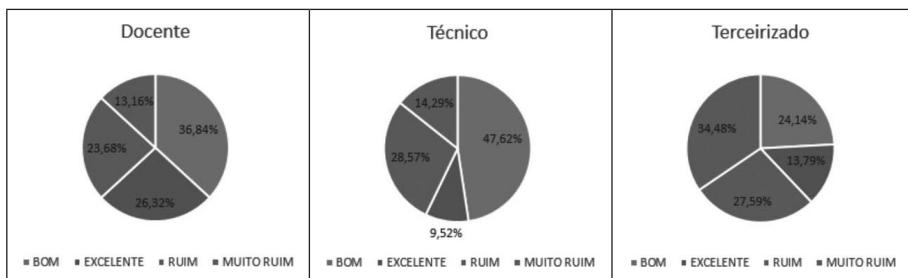


IRCQ

A adiposidade abdominal tem sido considerada um dos principais indicadores de doenças cardiovasculares. Por isso, marcadores antropométricos como, por exemplo, o Índice de Relação Cintura-Quadril (IRCQ) tem sido uma ferramenta eficaz nos estudos sobre fatores de risco. OLIVEIRA *et al.*, (2010). Com base nas análises de IRCQ é possível perceber que nesse aspecto os voluntários obtiveram melhores resultados, os três grupos ficaram compostos por bons indicadores de conceitos entre “Excelente” e “Bom” conforme os gráficos abaixo:

No grupo dos docentes 63,16% dos avaliados obtiveram resultados positivos, possuindo 36,84% de índices entre “Ruim” e “Muito Ruim”. Para os técnicos 57,14% compreende bons resultados entre “Excelente” e “Bom”. Já 42,86% apresentaram resultados entre “Ruim” e “Muito Ruim”. Os terceirizados formam o grupo com os piores indicativos de IRCQ, quase 70% dos sujeitos deste grupo apresentaram índices entre “Ruim” e “Muito Ruim”.

Figura 13: Gráfico dos percentuais de RCQ.



O Índice de Relação Cintura-Quadril dos voluntários da pesquisa indica uma forte tendência para acometimento de doenças como obesidade e desenvolvimento de patologias cardiovasculares, principalmente no grupo dos trabalhadores terceirizados. Para BENEDETTI *et al.*, (2012) o IRCQ é um dos marcadores antropométricos mais usados no diagnóstico de obesidade e está intimamente relacionado a doenças cardiovasculares. Acredita-se que esse grupo seja afetado por índices negativos de IRCQ devido à correlação entre a baixa prática de atividade física e uma alimentação não saudável, questões apontadas nos questionários de saúde e atividade física.

A distribuição de frequência dos índices de IRCQ afirma que este indicador representa um dos melhores analisados com uma massa significativa de dados ao redor da média oscilando em grande maioria para mais que a média global. A média do grupo dos técnicos está variando em torno de valores mais adequados a bons índices de IRCQ, por volta de 0,80 com uma massa significativa à esquerda da distribuição de dados, ou seja, possuindo valores ainda melhores com relação a esse indicador. Para os docentes a média ficou em torno de 0,87 e com menor densidade, ou melhor, o grupo esteve representado por mais indivíduos avaliados e com bons resultados. Dentre os terceirizados é possível perceber uma média não muito distante das demais, 0,88, porém uma densidade maior e uma amostra menor, dessa forma os voluntários diagnosticados com RCQ elevado contribuíram para poluir a média final desse grupo.

Figura 14: Histograma de RCQ dos avaliados.

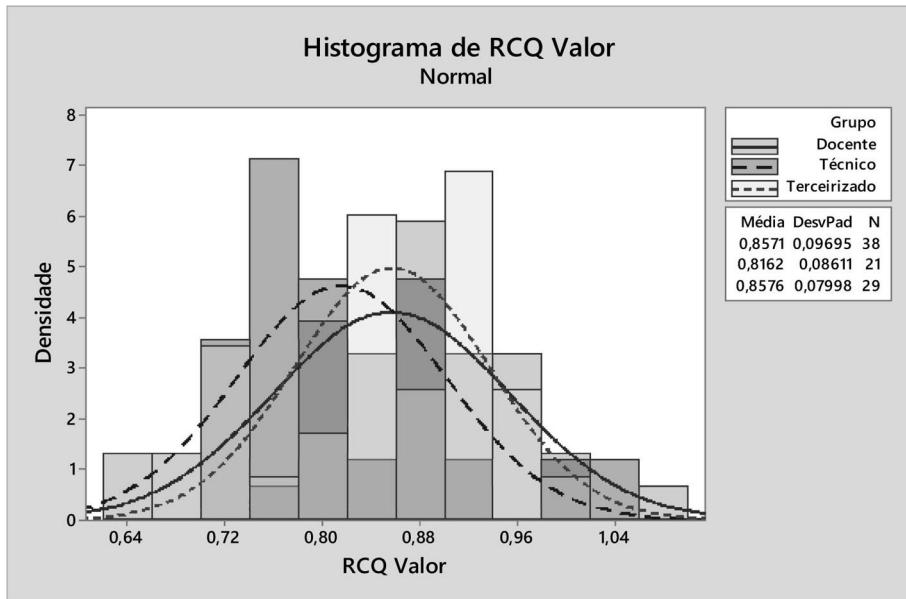
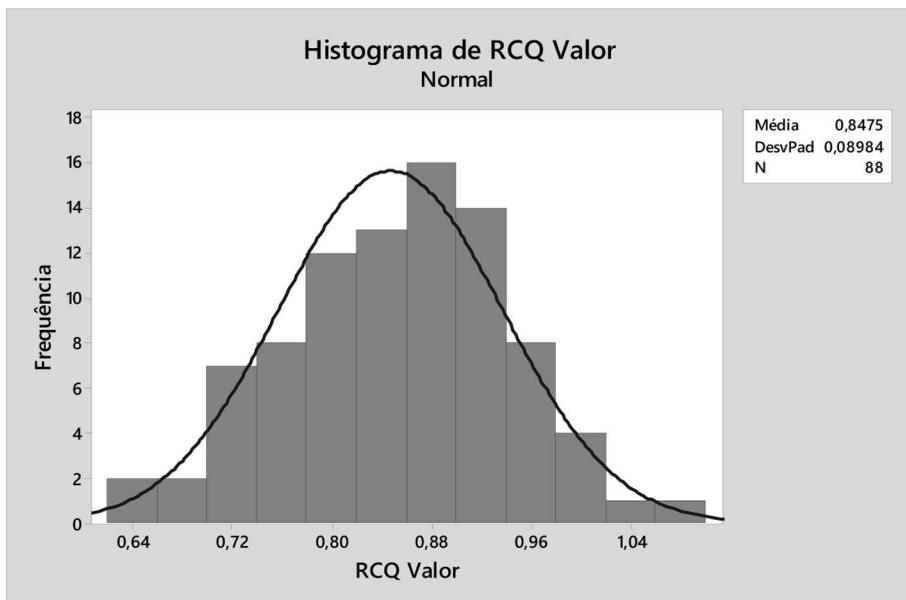


Figura 15: Histograma de RCQ de todos os grupos avaliados.

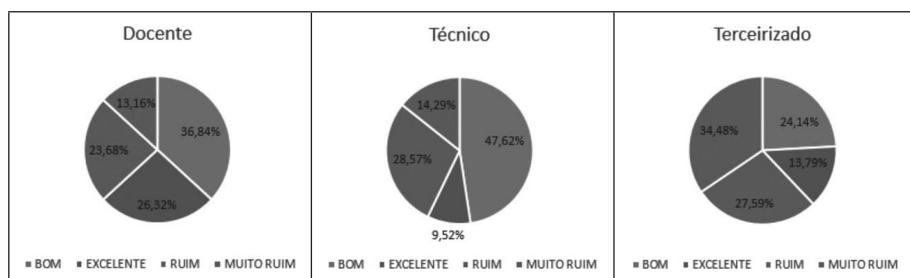


De acordo com o IBGE (2013), quase 60% dos brasileiros estão acima do peso. A pesquisa revela que 52,1% das mulheres possuíam circunferência da cintura em torno de 88 cm e 21,8% dos homens estavam com medidas próximas a 102 cm ou mais na mesma região do corpo. No mesmo estudo há dados que comprovam que o aumento das medidas abdominais está associado a indivíduos de mais idade tanto no sexo feminino quanto no masculino, ultrapassando 35% nos homens e 70% nas mulheres ambos com idades acima de 55 anos.

Aptidão física relacionada à saúde

O diagnóstico da Aptidão Física Relacionada à Saúde dos servidores do *Campus Congonhas* é consequência do cruzamento dos dados de toda a pesquisa, a partir das diferentes ferramentas e testes utilizados na mesma. Foi possível estabelecer uma comparação entre os grupos que possibilitou perceber que o grupo dos docentes possui os melhores índices de AFRS seguido dos técnicos e terceirizados respectivamente.

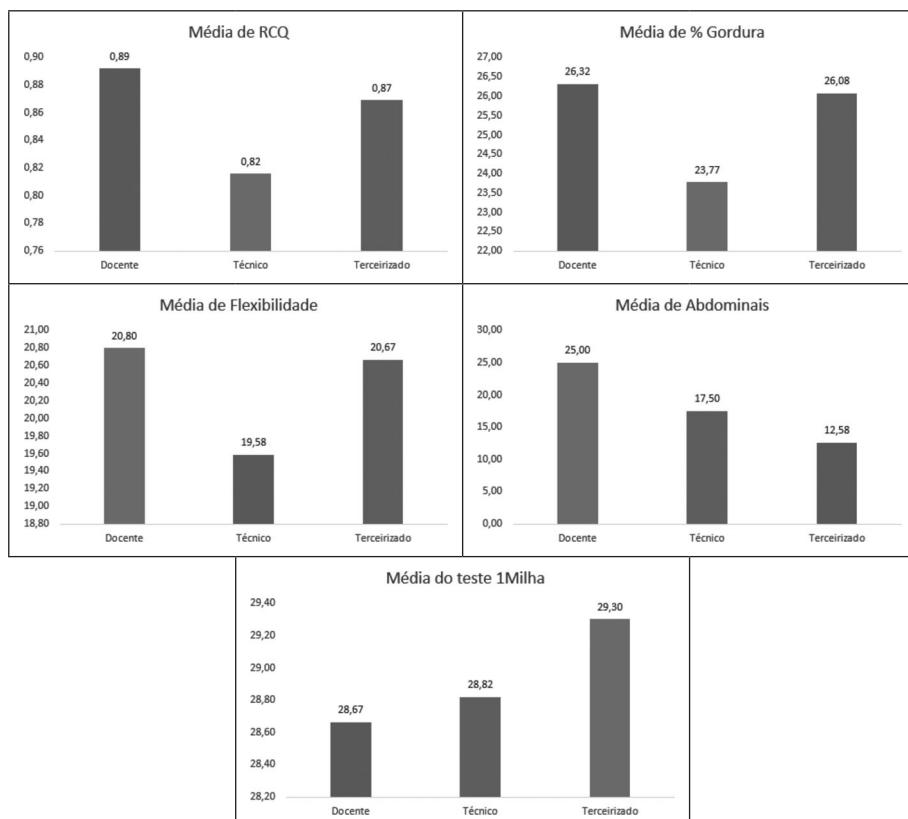
Figura 16: Gráfico de percentuais de AFRS dos servidores.



A categoria dos docentes apresentou 23,58% de resultados positivos, 34,21% resultados negativos e 42,11% resultados regulares. Para os técnicos houve 61,9% de resultados entre “Ruim” e “Muito Ruim”, 14,29% classificados como “Bom”, nenhum “Excelente” e 23,81% “Regulares”. Para os terceirizados constatamos o maior resultado indesejável, 65,52% foi compreendido entre “Ruim” e “Muito Ruim”, 24,14% como “Regulares” e apenas 10,35% atingiram conceitos entre “Bom” e “Excelente”.

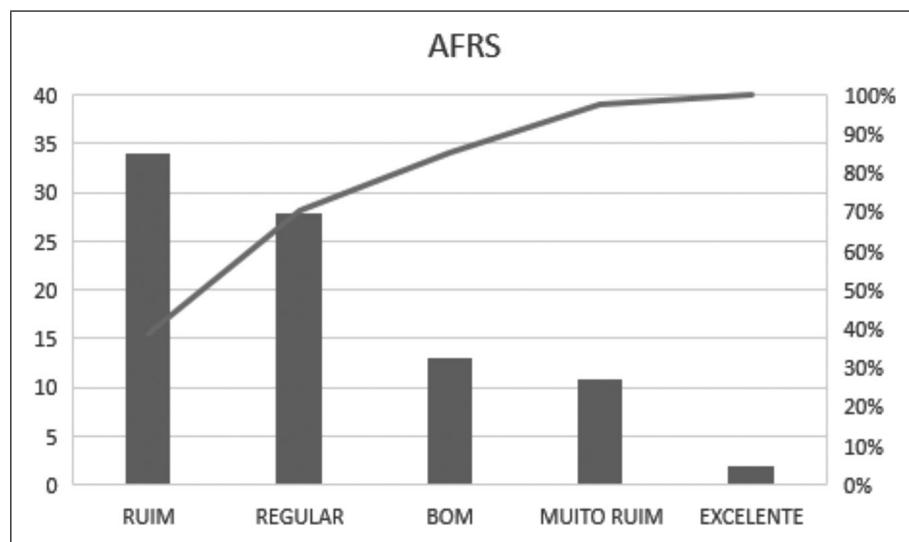
Ao estabelecer uma comparação próxima de cada grupo frente à bateria de avaliações percebemos quais grupos obtiveram os melhores resultados, isso não quer dizer que possuam o resultado ideal, mas sim que entre os três grupos as diferenças e peculiaridades são marcantes na análise comparativa. Dessa forma podemos visualizar quem são os grupos que mais impactam na interpretação como grupos que apresentaram AFRS “Ruim” ou “Muito Ruim” e aqueles que atingiram conceitos de AFRS “Bom” e “Excelente”.

Dentre os três grupos de voluntários da pesquisa foram organizadas as cinco categorias avaliadas de maneira a categorizar os grupos entre melhor, médio e pior entre eles. Notabiliza-se pelas cores a comparação realizada dentro das avaliações, sendo verde para o melhor resultado entre os três, azul para o resultado mediano e vermelho para o grupo cujo efeito do teste foi o pior na comparação aos outros dois.



O grupo dos docentes duas vezes esteve na frente dos resultados em comparação aos demais, nos testes de flexibilidade e força abdominal eles ficaram com os melhores resultados em contrapartida foram os piores em três categorias: teste de corrida/caminhada, relação cintura quadril e maior percentual de gordura. O grupo dos técnicos ficou com o melhor IRCQ e menor percentual de gordura, na sequência esse mesmo grupo foi mediano nos testes de abdominais e no teste de 1 milha, o pior resultado é percebido apenas no teste de flexibilidade. Já o grupo dos terceirizados ficou mediano em percentual de gordura, IRCQ e flexibilidade, vendendo os demais no teste de uma milha e perdendo para eles no teste de abdominais.

Figura 17: Pareto de AFRS.



Assim os dados, de forma abrangente apontaram que: no teste de 1 milha, aquele responsável por captar índices de VO₂máx, o grupo dos docentes supera os outros dois grupos em resultados positivos com 47,36% contra 33,34% e 31,04% dos técnicos administrativos e terceirizados respectivamente. Com o auxílio do banco de Wells foi possível captar os resultados obtidos no teste de flexibilidade, ou seja, momento onde o sujeito era solicitado alcançar o valor máximo possível da escala graduada

fixada no banco por 3 vezes, sendo possível constatar os seguintes resultados negativos: 79,31% para terceirizados, 76,68% para docentes e 76,19% para técnicos. Na análise de força abdominal, os 60 segundos disponibilizados para a realização do teste mostraram resultados relativamente bons para o grupo dos docentes 42,1% e 36,84% negativos contra maus resultados dos técnicos, 67,91% e 68,96% dos terceirizados. A coleta das dobras indicou um percentual de gordura de ruim em 38%, 34% e 50% para terceirizados, técnicos e docentes respectivamente.

No geral os testes foram de grande valia para a determinação dos perfis atuais de Aptidão física relacionada à saúde dos servidores do IFMG *Campus Congonhas*. Os resultados “Ruim” e “Regular” representados no Gráfico de Pareto mostram que representam mais da metade dos dados e que precisam ser priorizados como objetivo de reduzir ou inibir os maus índices de AFRS do *Campus*.

CONCLUSÃO

A Aptidão Física Relacionada à Saúde dos servidores do IFMG *Campus Congonhas* foi comparada dentro do diagnóstico de três grupos: docentes, técnicos administrativos e terceirizados sob o auxílio de ferramentas conceituais (seguindo as palavras-chave desta investigação) e os testes físicos específicos (% de gordura; IRCQ; Teste de 1 milha; Teste de força abdominal e Teste de Flexibilidade) que fizeram parte da estratégia temática sobre Aptidão Física e qualidade de vida.

Neste sentido, a AFRS diagnosticada permitiu constatar que o grupo dos docentes possui a maior quantidade de servidores com os melhores níveis de Aptidão Física Relacionada à Saúde, quase 24% desta população. Na sequencia aparecem os sujeitos do grupo “Técnicos administrativos” com apenas 14% dos sujeitos em bons níveis de AFRS. Por último o grupo dos trabalhadores “Terceirizados” apresentou apenas 10% de sujeitos com AFRS em níveis significativos de condições de saúde.

Com base nos questionários aplicados percebemos que os docentes são sujeitos com maiores condições de apreensão de conhecimentos referentes às necessidades físicas de saúde e que dedicam mais tempo livre à execução de atividade física regular como forma de promover a saúde que por consequência reflete nos níveis de AFRS. Os docentes do IFMG *Cam-*

pus Congonhas praticam em média 1 hora de atividades física vigorosas, 2 vezes por semana; 1 hora de atividades Físicas moderadas 2 vezes por semana; caminham 46 minutos 3 vezes por semana e passam em média 6 horas por dia sentados.

O grupo dos Técnicos Administrativos passa maior parte da jornada de trabalho em posição sentada conduzindo tarefas de baixo impacto metabólico e energético. Eles praticam em média 35 minutos de atividades física vigorosas 1 vez por semana; 30 minutos de atividades Físicas moderadas 2 vezes por semana; caminham 30 minutos 2 vezes por semana e passam em média 7 horas e 39 minutos por dia sentados. Já os trabalhadores terceirizados possuem grau de escolaridade elementar (a maioria não completou o ensino médio). São os sujeitos que menos realizam atividades físicas regulares no sentido da promoção da saúde. Grande parte deles realiza serviços laborais com alta exigência física (Serviços gerais/limpeza, capina/jardinagem, Vigia/segurança e Manutenção/pequenos reparos).

Isto quer dizer que as condições de vida e de opção na vida podem determinar o nível de AFRS dos indivíduos, a partir de determinantes sociais específicos (escolaridade, condição econômica, acesso a serviços de saúde, saneamento básico, perspectivas culturais, entre outros). Não necessariamente um sujeito que desenvolva ações laborais vigorosas possuirá nível de AFRS positivo. O trabalho é uma das faces da vida cotidiana que ocupa boa parte de nosso dia a dia, porém é no tempo livre que os sujeitos podem optar por melhorar suas condições de vida, claro que dentro de questões sociais determinantes como acesso a educação e serviços públicos de saúde de qualidade.

O Grupo com melhor nível de AFRS (Docentes) está estabelecido por condições de vida que permitem a promoção/manutenção da saúde, ou seja, não é apenas por determinantes biológicos que emergem tal realidade, mas sim por condicionantes econômicos, culturais e sociais. Saúde é um termo que necessita relativizações que rompam com a ideia reducionista sobre ausência de doenças. Constatamos que as peculiaridades econômicas, sociais e culturais interferem na organização diária dos sujeitos em aspectos como: apropriação de atividades físicas; adequação de alimentação; acesso a serviços de saúde.

Ao comparar a AFRS dos três grupos de trabalhadores identificamos necessidades de políticas institucionais para promoção da qualidade de vida dos servidores em diferentes perspectivas de intervenção (Reflexi-

va, Educativa e Sinestésica) para cada perfil de grupo estudo. Estas intervenções podem ser desdobradas a partir desta investigação ou em novos projetos de cunho extensionista ou pedagógico que privilegiem, em um primeiro momento, as tomadas de postura dos sujeitos frente a sua corporeidade e realidade para na sequencia auxiliá-los em soluções práticas do dia a dia como: redução ou aumento de peso (perda de gordura/ganha de massa magra); qualidade na alimentação; qualidade do sono; organização do tempo de trabalho e de lazer; acesso a serviços de saúde e promoção da saúde, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM. (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e prescrição de exercícios*. 8^a ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2011.

AMERICAN COLLEGE SPORTS OF MEDICINE. *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. Tradução: Dilza Campos. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Itda, 2014. 404 p.

AMERICAN COLLEGE SPORTS OF MEDICINE. *Programa de condicionamento físico do ACSM*. Tradução: Dorothéa e Lorenzi Grinberg Garcia. 2. ed. São Paulo: Manole, 1999.

ARAÚJO, C. G. S. *Manual de teste de esforço*. 2. ed. Rio de Janeiro, Ao livro Técnico, 1984.

ARAÚJO, D. S. M. S.; ARAÚJO, C. G. S. Aptidão física, saúde e qualidade de vida relacionada à saúde em adultos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 6, n. 5, Niterói, Out. 2000.

ARAÚJO, W. *Ergonomia & Cardiologia desportiva*. Rio de Janeiro, Medi, 1986.

BENEDETTI, T. R. B.; BENEDETTI, A. L. Musculação na terceira idade. *Rev. Ed. Fís./UEM*, v. 7, n. 1, p. 35-40, 1996.

CASADO, T. *As pessoas na organização*. São Paulo: editora gente, 2002.

CONTE, A. L. 2003. Funcionários com qualidade de vida no trabalho são mais felizes e produzem mais. *FAE BUSINESS*, n. 7, nov. 2003.

DANTAS, R. A. S; SAWADA, N. O.; MALERBO, M. B. Pesquisas sobre qualidade de vida: revisão da produção científica das universidades públicas do estado de São Paulo. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 11, n. 4, p. 532-8, 2003.

DEMPSEY, C.; BARRY, M.; BATTEL-KIRK, B. *Literature review developing Competencies for Health Promotion Deliverable 3B*. Executive Agency for Health Promotion and Consumers and National University of Ireland Galway.

FARIAS JUNIOR, J. C.; BARROS, M. V. G. Flexibilidade e aptidão física relacionada à saúde. *Revista Ciência e Saúde Coletiva*. Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, 2004.

FERNANDES, E. C. 1996. *Qualidade de vida no trabalho: Como medir para melhorar*. 2. ed. Salvador, Bahia: Casa da Qualidade Edit. Ltda.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Aurélio – século XXI*. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FLAUSINO, N. H; NOCE, F; MELLO, M. T; FERREIRA, R. M; PENNA, E. P; COSTA, V. T. Estilo de Vida de Adolescente de uma Escola Pública e de uma Particular. *Rev. Min. Educ. Fís.*, Viçosa, Edição Especial, n. 1. p. 491-500, 2012.

FREITAS, A. L. P.; SOUZA, R. G. B. *Um modelo para avaliação da qualidade de vida no trabalho em universidades públicas*. In: IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Responsabilidade Socioambiental das Organizações Brasileiras. Niterói/Rio de Janeiro. Anais. Niterói. 31 de julho, 01 e 02 de agosto de 2008.

GONÇALVES, Aguinaldo; VILARTA, Roberto. Qualidade de Vida: identidades e indicadores. In: GONÇALVES, Aguinaldo e VILARTA, Roberto (Orgs.). *Qualidade de Vida e atividade física: explorando teorias e práticas*. Barueri: Manole, 2004, p. 3-25.

GRANT S, Corbett K, AMJAD A. M., WILSON J, AITCHISON, T. Uma comparação dos métodos de previsão da absorção máxima de oxigênio. *Br J Sports Med*, 1995; 29:147-52.

GUEDES D P. Atividade física, aptidão física e saúde. In: CARVALHO, T.; GUEDES, D. P.; SILVA, J. G. *Orientações Básicas sobre Atividade Física e Saúde para Profissionais das Áreas de Educação e Saúde*. Brasília: Ministério da Saúde e Ministério da Educação e do Desporto, 1996.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. *Exercício Físico na Promoção da Saúde*. Londrina: Midiograf, 1995.

GUEDES, D. P; NETO, J. T. M; GERMANO, J. M; LOPES, V; SILVA, A. J. R. M. Aptidão física relacionada à saúde de escolares: programa fitness-gram. *Rev. Bras. Med. Esporte*, v. 18, n. 2, Mar/Abr, 2012.

HEYWARD, V. H. *Advanced fitness assessment and exercise prescription* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, 2002.

HOEGER, W. W. K. & HOEGER, S. A. *Principles and labs for fitness & wellness* (11th ed.). Australia; Belmont, CA: Thomson/Wadsworth, 2012.

HULLEY, S. B. *Delineando a pesquisa clínica: uma abordagem epidemiológica*. 2. ed. Porto Alegre, Artmed, 2003.

JACKSON AS, POLLOCK ML. Prediction accuracy of body density, lean body weight, and total body volume equations. *Med Sci Sports*. 1977; 9(4):197-201.

JENOVESI, J. F.; BRACCO, M. M.; COLUGNATI, F. A. B.; TADDEI, J. A. A. C. Perfil de atividade física em escolares da rede pública de diferentes

estados nutricionais. *R. bras. Cien. e Mov.*, Brasília v. 11 n. 4 p. 57-62 out./dez. 2003.

MACDONALD, Gordon; VEEN, C.; TONES, K. Evidence for success in health promotion: suggestions for improvement. *Health Education Research*, v. 11, n. 3, p. 367-376, 1996.

MAGALHÃES, Rosana. Avaliação da Política Nacional de Promoção da Saúde: perspectivas e desafios. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 21, n. 6, p. 1767-1776, 2016.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. Trad. G. Taranto. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MENDES, J. M. R. WUNSCH, D. S. Serviço Social e a saúde do trabalhador: uma dispersa demanda. *Serviço Social e Sociedade*, São Paulo, n. 107, p. 461-481, jul./set. 2011.

MINAYO, M. C. S.; HARTZ, Z. M. A.; BUSS, P. M. Qualidade de Vida e saúde: um debate necessário. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, 2000, p. 7-18.

NAHAS, M. V. *Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida*. 2. edição, Londrina, Midiograf, 2003.

NOGUEIRA, Julia Aparecida Devidé. A Educação Física e a Saúde. *Humanidades*, Brasília, v. 60, p. 102-113, 2014.

OLIVEIRA, F. A. Os benefícios da atividade física no envelhecimento – uma revisão literária. *Educação Física em Revista*. v. 5 n. 1 jan/fev/mar/abr - 2010.

PETROSKI, E. L. *Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos*. 1995. Tese (Doutorado) – UFSM, Santa Maria.

PITANGA, Francisco José Gondim. *Testes, medidas e avaliações em educação física*. 3. ed. São Paulo: Phorte, 2004.

POLLOCK & WILMORE. *Exercícios na Saúde e na Doença*. 2. ed. Medsi: RJ, 1993.

SACCO, ICN; TANAKA, C. *Cinesiologia e Biomecânica dos Complexos Articulares*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

SOARES, Carmen Lúcia *et al.*, *Metodologia do ensino de educação física: coletivo de autores*. São Paulo: Cortez, 1992.

TAVARES, Carlos José da Silva. *A aptidão física relacionada com a saúde e a atividade física como preditores da qualidade de vida relacionada com a saúde em adultos jovens*. Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Fisioterapia, na especialidade do Movimento Humano. Instituto Politécnico de Coimbra: 2013.

METODOLOGIA SEIS SIGMA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

**Ana Luiza Cordeiro Pereira¹, Paulo Victor Santana²,
Nathália Daniela Ribeiro³, Renata Veloso S. Policarpo⁴**

Resumo: Estudiosos têm pesquisado continuamente métodos de otimização de processos e serviços que reduzem a variabilidade, acarretam desempenhos financeiros e econômicos melhores, reduzem os custos operacionais de processos e serviços. Nesse sentido, o Seis Sigma mostra-se como uma das metodologias mais utilizadas para melhoria de processos, o que torna importante o estudo e obtenção de inferências acerca da metodologia. Neste aspecto, o presente estudo expõe, por meio de uma revisão da literatura, definições do Seis Sigma, uma abordagem sobre a metodologia DMAIC, que é uma das bases da mesma, e fatores críticos para se obter sucesso com a aplicação de um projeto Seis Sigma.

Palavras-chave: Seis Sigma. DMAIC. Fatores críticos de sucesso.

INTRODUÇÃO

A metodologia Seis Sigma surgiu na Motorola na década de 80, e após obter sucesso na redução de custos da qualidade e ampliação do atendimento das necessidades dos clientes passou a ser adotada por outras organizações, o que resultou em sua difusão. Segundo Antony e Banuelas (2002), o Seis Sigma é uma metodologia formal e disciplinada para definir, medir, analisar, melhorar e controlar os processos. Hoerl (1998), mostra que a ideia fundamental que baseia a filosofia Seis Sigma

¹ Aluna do bacharelado em Engenharia de Produção - IFMG Campus Congonhas. E-mail: analuizacordeiro96@gmail.com

² Aluno do bacharelado em Engenharia de Produção - IFMG Campus Congonhas. E-mail: pv.san@hotmail.com

³ Aluna do bacharelado em Engenharia de Produção - IFMG Campus Congonhas. E-mail: nathaliaribeiro05@yahoo.com.br

⁴ Professora do departamento de Engenharia de Produção - IFMG Campus Congonhas. E-mail: renataveloso@ifmg.edu.br

é a redução contínua da variação nos processos, bem como a eliminação de defeitos ou falhas dos produtos, serviços e processos transacionais.

Consoante a Antony e Banuelas (2002), o Seis Sigma pode ser definido em termos de negócios e em termos estatísticos, para os negócios, é uma estratégia de melhoria que visa aumentar a rentabilidade, através da redução dos desperdícios nos processos, redução dos custos da qualidade e melhorar a eficiência e eficácia de todas as operações, para que se atinja e supere as necessidades e expectativas dos clientes. Já em termos estatísticos, o termo sigma (σ) representa a variação nos processos, onde o ideal do Seis Sigma é atingir 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, os níveis sigma podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1. Defeitos por milhão de oportunidade x Nível sigma.

Defeitos por milhão de oportunidades	Nível sigma
690.000	1 σ
308.000	2 σ
66.800	3 σ
6.210	4 σ
320	5 σ
3,4	6 σ

Fonte: Adaptado de Pande *et al.*, (2000).

Uma das chaves de sucesso do programa Seis Sigma é a abordagem, ou roteiro, ou ainda passo a passo utilizando o ciclo DMAIC - Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar (ANTONY; BANUELAS, 2002), a qual é importante devido ao fator de que a chance de ocorrerem erros e falta de dados reduz-se significativamente, o que incrementa o nível de assertividade da metodologia.

Assim, o objetivo deste artigo é, por meio de uma revisão da literatura, abordar aspectos teóricos-referenciais sobre a metodologia Seis Sigma, por meio de definições dadas pelos principais autores sobre a temática, de inferências acerca do ciclo DMAIC, bem como, os principais fatores que favorecem o sucesso na implementação da metodologia juntamente com os benefícios alcançáveis com sua implementação.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, que consoante Triviño (1987) refere-se a abordagem em que dados são trabalhados com o intuito de identificar seu significado, sendo analisada não somente a aparência do fenômeno, assim como suas essências, explicações acerca de sua origem, relações e mudanças, para assim obter maior compreensão e inferir premissas. Quando enfatizados seus objetivos, pode-se classificar em exploratória, uma vez que, apresenta como premissa a ampliação do conhecimento sobre o tema, bem como a familiarização com o problema (GIL, 2007). Quanto ao procedimento de coleta de dados será utilizada a revisão bibliográfica, que conforme Fonseca (1986) realiza-se pelo levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas que propiciem embasamento para estudos sobre a temática. Para revisão fez-se uso de livros cujos autores embasaram a área enfatizada no estudo, bem como artigos oriundos da base de periódicos Capes, nas áreas de Engenharias III, Engenharias IV e Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo, em revistas de Qualis A1 e A2.

Origem histórica da metodologia

O Seis Sigma surgiu da necessidade de melhorar os processos através da redução da variabilidade dos mesmos (GOH; XIE, 2004). A metodologia foi lançada pela Motorola e depois foi desenvolvida pela General Electric (GE) em meados dos anos 80, como uma metodologia de melhoria que visa identificar e eliminar os defeitos e a variação (SHOKRI, 2017). Sua primeira aplicação ocorreu na Motorola quando a organização implementou um programa de melhoria da qualidade na manufatura (HENDERSON; EVANS, 2000), porém o Seis Sigma tornou-se popular apenas em 1994, quando o presidente da GE considerou que o programa era fundamental para aumentar a qualidade e rentabilidade nos negócios (VENDRAME TAKAO; *et al.*, 2017). No Brasil, o Seis Sigma começou a ser difundido a partir de 1997 pelo grupo Brasmotor, que veio a alcançar retorno de R\$ 20 milhões com a aplicação da metodologia (WERKEMA, 2002).

Apesar de ser uma prática de gestão aplicável a qualquer segmento de atuação (HAHN; *et al.*, 2000) e empresa de qualquer porte, seja pequeno, médio ou grande (WESSEL; BURCHER, 2004), no Brasil, a metodologia ainda é pouco utilizada (MONTEIRO DE CARVALHO; *et al.*, 2014). O nível de conhecimento e aplicabilidade da metodologia nos dias atuais deve-se a estudiosos como Bill Smith, que fez uma série de estudos nos conceitos produzidos por Deming acerca da variabilidade nos processos de produção (AUGUSTO, 2010).

Seis Sigma - conceituação

Para Pande *et al.* (2000) e Anthony (2004), o Seis Sigma pode ser definido como um sistema flexível para melhoria da performance e da liderança. Já para Linderman *et al.* (2006), o Seis Sigma é um método organizado e sistemático para melhoria de processos e desenvolvimento de novos produtos e serviços que se baseia na estatística e em técnicas científicas a fim de reduzir os defeitos.

O foco do Seis Sigma é a redução da variabilidade nos processos, subsidiando as tomadas de decisões na estatística, que é a base da metodologia. Conforme Rotondaro (2002), o Seis Sigma é uma filosofia de trabalho que visa atingir, maximizar e manter o sucesso comercial por meio do entendimento das necessidades do consumidor, cujo objetivo principal é, como em outras estratégias de gerenciamento da qualidade, satisfazer o cliente (KUMAR; *et al.*, 2008).

Consoante Harry *et al.* (1998), a metodologia Seis Sigma pode ser caracterizada como um processo organizacional que viabiliza a otimização das operações, melhora a qualidade e elimina defeitos, falhas e erros, gerando assim incremento na lucratividade. Figueiredo (2007) afirma que a metodologia Seis Sigma diz respeito a aplicação de técnicas comprovadas em conjunto com a capacitação de líderes na organização, os chamados *Black Belts*, que exercem o direcionamento da organização frente as propostas da metodologia.

O Seis Sigma representa um programa de gestão da qualidade cuja finalidade é o controle das variações no processo produtivo para reduzir o número de defeitos para 3,4 por milhão de oportunidades, ou seja, 3,4 ppm (POHLMANN *et.al*, 2015). Snee (2004) mostra que tal abordagem visa identificar e eliminar os defeitos, erros e falhas nos processos das or-

ganizações ou sistemas, tendo como foco a performance desses processos e características que são importantes para os consumidores.

Ciclo DMAIC

O ciclo DMAIC, evidenciado pela Figura 1, pode ser considerado uma das ferramentas principais utilizadas na aplicação do Seis Sigma, apresentando-se como pilar para estruturação da metodologia. Também é visto como uma extensão do ciclo PDCA (PANDE; *et al.*, 2000), suas fases são:

Define (Definir): Fase onde vai ser definido o projeto, onde é executado, seu escopo e metas;

Measure (Medir): Fase onde há coleta de dados, a fim de medir o atual desempenho do processo;

Analyze (Analisar): Fase na qual os dados obtidos são analisados para determinar a fonte dos defeitos;

Improve (Melhorar): Fase onde é executado as ações de melhoria com propósito de eliminar as causas dos defeitos nos processos;

Control (Controlar): Fase onde são feitas ações com intuito de manter o processo com a mesma qualidade atingida após as outras fases.

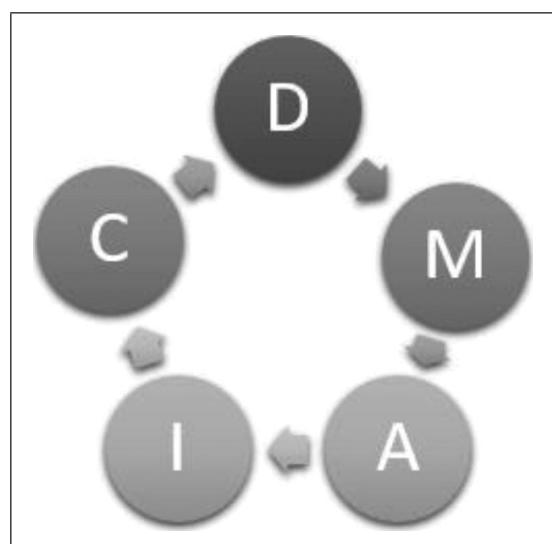


Figura 1. Ciclo DMAIC.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Fatores críticos de sucesso

A etapa mais significativa do Seis Sigma é a sua implementação, sendo que existem fatores que são essenciais a serem atingidos para que a metodologia alcance os resultados esperados (ANDRIETTA; MIGUEL, 2007). Nesse contexto, os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) referem-se aos requisitos essenciais a serem seguidos, sem os quais, a probabilidade de alcançar o sucesso do projeto diminui (ANTONY; BANUELAS, 2002).

São inúmeros os fatores que são considerados críticos para uma implementação de sucesso da metodologia Seis Sigma, abaixo estarão listados 5 dos principais encontrados na literatura:

1. **Envolvimento e comprometimento da gerência:** O comprometimento e envolvimento da gerência é um fator muito importante para o sucesso da metodologia, pois os gerentes que devem demonstrar aos demais colaboradores a importância do programa. Conforme Pande *et al.* (2000), sem o suporte e comprometimento contínuo da alta gerência, a importância da iniciativa vira uma dúvida e a energia por trás dela se torna mais fraca.

2. **Habilidades de gerenciamento de projetos:** É muito importante o gestor ter habilidades para gerenciar o projeto. De acordo com Anthony e Banuelas (2001), é uma boa prática para os membros da equipe terem habilidades de gerenciamento de projetos para cumprir os vários prazos e metas durante todo o projeto.

3. **Mudança cultural:** Os funcionários devem aceitar, estar motivados e entender a importância da metodologia, e assim trabalhar em prol dela. De acordo com Anthony e Banuelas (2001), as iniciativas Seis Sigma requerem uma mentalidade correta e atitudes das pessoas que trabalham na organização em todos os níveis, e isso requer a mudança cultural também em todos os níveis na corporação.

4. **Treinamentos:** São muito importantes, já que é através deles que os funcionários aprendem a utilizar as ferramentas e técnicas necessárias para a execução de projetos Seis Sigma, e é também através dos treinamentos que é possível conseguir a qualificação *Belts*. Conforme Ho *et al.* (2008) as pessoas envolvidas na implementação do Seis Sigma em uma corporação são chamadas: *Champions*, *Master Black Belts*, *Black Belts*, *Green Belts*, *Yellow Belts* e *White Belts*. Estas são qualificações

específicas para ser gestor de programas Seis Sigma, onde o *Champions* é a mais alta qualificação e o *White Belt* a menor.

5. **Priorização e seleção de projetos:** De acordo com Pande *et al.* (2000), existem três categorias genéricas para a seleção de projetos,

a) **Critério de benefícios para o negócio:** Que analisa o impacto nas necessidades dos clientes, o impacto financeiro e o impacto nas competências essenciais.

b) **Critério da viabilidade:** Analisa os recursos que serão necessários, complexidade e especialização e conhecimento disponível.

c) **Critério do impacto organizacional:** Analisa os benefícios cross-funcionais, benefícios de aprendizagem, dos processos, negócios e do consumidor.

Benefícios da metodologia seis sigma

Sobre os benefícios oriundos da metodologia Seis Sigma, (PANDE, 2001) destaca a implantação de resultados com embasamento que podem ser sustentados, ao passo que desenvolve habilidades na empresa em conformidade com sua cultura organizacional; a determinação e busca por metas referentes à realidade do negócio; a valoração frente aos clientes, já que pela metodologia os mesmos passam a ser o foco do negócio; a geração de melhorias a partir da aplicação prática de ferramentas de gestão empresarial e da qualidade; viabilização da aprendizagem através da capacitação e fomento a troca de ideias dentro da empresa; e por fim realização de modificações estratégicas, já que a metodologia propicia uma visão holística da organização, o que auxilia no posicionamento frente as vantagens e desvantagens competitivas, além de facilitar a atuação frente a supostas mudanças.

Helena (2008), complementa ao afirmar que um dos principais benefícios da implementação do Seis Sigma é a redução dos custos da organização, melhoria na qualidade e produtividade de produtos e serviços, aumento no número de consumidores, eliminação de atividade que não agregam valor ao processo e uma mudança cultural positiva na corporação.

A metodologia traz diversos retornos as organizações que a utilizam, abaixo estão listados alguns dos benefícios conseguidos por algumas corporações:

- Motorola (1987-1994): Reduziu os custos da manufatura em aproximadamente \$1,4 bilhões, reduziu os defeitos no processo em um fator de 200 vezes;
- Allied Signal (1992-1996): Reduziu o tempo de introdução de um novo produto em 16%, e os custos da manufatura em mais de \$1 bilhão;
- GE (1995-1998): Gerou uma economia de mais de \$1 bilhão em toda a empresa;
- Asea Brown Boveri - ABB (1989-1992): Ganho médio de US\$ 892 milhões/ano, durante dois anos;
- Seagate (1994- maio de 1998): Ganhos de US\$ 1,2 bilhões (ANTONY; BANUELAS, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia Seis Sigma é focada na melhoria da qualidade das organizações, e busca através da redução da variabilidade dos processos, aumentar sua produtividade, eficiência e eficácia. A redução da variabilidade nos processos gera um aumento na margem de lucro da empresa, pois a melhoria destes significa redução de defeitos, o que tem por consequência a ampliação da quantidade de produtos entregues em condições ideais sem requerer para isso ampliação da capacidade ou custo dos entregáveis. Assim, o custo unitário é reduzido e o retorno financeiro do processo ampliado.

Nesse sentido, a utilização dos Seis Sigmas vem se consolidando como uma metodologia que se alinha à implementação de estratégias que impulsionam melhores ações gerenciais, aumenta o desempenho do negócio e da vantagem competitiva. Outro aspecto a ser ressaltado é o foco no cliente, pois as melhorias são planejadas e realizadas para aumentar a satisfação deste, a fim de satisfazer e superar suas expectativas. Ademais, auxilia no incremento da capacidade de inovação organizacional, na redução dos custos e desperdícios.

Acerca dos fatores críticos de sucesso devem ser levados em consideração para utilização da metodologia Seis Sigma, pois, como é possível identificar a partir da literatura revisitada, eles são essenciais para que o programa seja executado de maneira adequada e propicie o alcance das

metas propostas pela organização, o que resulta na viabilidade e manutenção da metodologia dentro do contexto organizacional. A partir dessas implicações, a utilização da metodologia está ganhando cada vez mais destaque e atenção, não apenas junto à comunidade acadêmica, mas também no meio empresarial (BERLITZ; HAUSSEN, 2005).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras. *Gestão & Produção*, v. 14, n. 2, p. 203-219, 2007.
- ANTONY, Jiju. Some pros and cons of six sigma: an academic perspective. *The TQM magazine*, v. 16, n. 4, p. 303-306, 2004.
- ANTONY, Jiju; BANUELAS, Ricardo. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring business excellence*, v. 6, n. 4, p. 20-27, 2002.
- ANTONY, Jiju; CORONADO, R. B. A strategy for survival. *Manufacturing Engineer*, v. 80, n. 3, p. 119-121, 2001.
- ANTONY, J.; BANUELAS, R. Critical success factors for the successful implementation of Six Sigma projects in organizations. *The TQM magazine*, v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.
- AUGUSTO CAUCHICK MIGUEL, Paulo; MARCOS ANDRIETTA, João. Outcomes from a descriptive survey of Six Sigma management practices in Brazil. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 4, p. 358-377, 2010.
- BERLITZ F. A.; HAUSSEN M. L. Seis sigma no laboratório clínico: impacto na gestão de performance analítica dos processos técnicos. *J Bras Patol Med Lab.*, v. 41, n. 5, p. 301-12, outubro 2005.

CHAPLIN, Lara; TJ O'ROURKE, Simon. Lean Six Sigma and marketing: a missed opportunity. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 63, n. 5, p. 665-674, 2014.

FIGUEIREDO, Thiago Gomes. *Metodologia Seis Sigma como Estratégia para Redução de Custos*. Faculdade de Engenharia/UFJF, B.Sc. Engenharia de Produção. Monografia – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007.

FONSECA, Edson Nery da (Org.). *Bibliometria: teoria e prática*. São Paulo: Cultrix, Ed. da USP, 1986.

GOH, T. N.; XIE, M. Improving on the six sigma paradigm. *The TQM Magazine*, v. 16, n. 4, p. 235-240, 2004.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HARRY, M. J. Six Sigma: a breakthrough strategy for profitability. *Quality Progress*, p. 60-65, Mai 1998.

HAHN, G. J.; DOGONAKSOY, N.; HOERL, R. The evolution of six sigma. *Quality Engineering*, v. 2, n. 3, p. 317-326, 2000.

HELENA BOARIN PINTO, Silvia; MONTEIRO DE CARVALHO, Marly; LEE HO, Linda. Main quality programs characteristics in large size Brazilian companies. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 25, n. 3, p. 276-291, 2008.

HENDERSON, Kim M.; EVANS, James R. Successful implementation of Six Sigma: benchmarking general electric company. *Benchmarking: An International Journal*, v. 7, n. 4, p. 260-282, 2000.

HO, Ying-Chin; CHANG, Ou-Chuan; WANG, Wen-Bo. An empirical study of key success factors for Six Sigma Green Belt projects at an Asian MRO company. *Journal of Air Transport Management*, v. 14, n. 5, p. 263-269, 2008.

KUMAR, U. Dinesh *et al.*, On the optimal selection of process alternatives in a Six Sigma implementation. *International journal of production economics*, v. 111, n. 2, p. 456-467, 2008.

LINDERMAN, Kevin; SCHROEDER, Roger G.; CHOO, Adrian S. Six Sigma: The role of goals in improvement teams. *Journal of operations Management*, v. 24, n. 6, p. 779-790, 2006.

MONTEIRO DE CARVALHO, Marly; LEE HO, Linda; HELENA BOARIN PINTO, Silvia. The Six Sigma program: an empirical study of Brazilian companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 25, n. 5, p. 602-630, 2014.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. *Estratégia Seis Sigma: como a GE, Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho*. Qualitymark Editora Ltda, 2007.

PANDE, S. *Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

POHLMANN, Paulo Henrique Mazieiro *et al.*, Tratamento de Água para Abastecimento Humano: Contribuições da metodologia Seis Sigma. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 3, 2016.

ROTONDARO, Roberto G. *et al.*, *Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços*. São Paulo: Atlas, 2002.

SHOKRI, Alireza. Quantitative analysis of Six Sigma, Lean and Lean Six Sigma research publications in last two decades. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 34, n. 5, p. 598-625, 2017.

SNEE, Ronald D. Six-Sigma: the evolution of 100 years of business improvement methodology. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, v. 1, n. 1, p. 4-20, 2004.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

VENDRAME TAKAO, M. R.; WOLDT, J.; DA SILVA, I. B. Six Sigma methodology advantages for small-and medium-sized enterprises: A case study in the plumbing industry in the United States. *Advances in Mechanical Engineering*, v. 9, n. 10, p. 1687814017733248, 2017.

WERKEMA, M. C. C. *Criando a cultura Seis Sigma*. Serie Seis Sigma. Volume 1. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WESSEL, G.; BURCHER, P. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. *The TQM Magazine*, v. 16, n. 4, p. 264-272, 2004.

AVALIAÇÃO DE TENSÃO-DEFORMAÇÃO NA CORRELAÇÃO NUMÉRICA E EXPERIMENTAL DE UMA LIGA DE AÇO

*Tiago Simão Ferreira¹, Darllan Hygor de Paiva Souza²,
Diógenes Sena de França e Silva², Timóteo Simão Ferreira²,
Bruno Cesar Pockszewnicki²*

Resumo: Esse estudo tem como objetivo apresentar uma análise experimental e simulação numérica do comportamento mecânico durante o ensaio de tração para efetuar melhorias nos resultados e compreender assim melhor o material utilizado. Neste trabalho foram efetuados três ensaios de tração em temperatura ambiente com o corpo de prova de seção retangular, feitos de liga de aço, usando o Método dos Elementos Finitos - MEF para comparar com o ensaio experimental. O ensaio de tração foi útil para caracterizar algumas relevantes variáveis elásticas e plásticas relacionados com o comportamento mecânico dos materiais. Devido à não uniformidade das distribuições de tensões e deformações existentes para elevados níveis de deformação axial, tem sido reconhecido que as alterações significativas na configuração geométrica da amostra tem que ser considerada, a fim de descrever adequadamente a resposta do material durante todo o processo de deformação. As propriedades mecânicas foram determinadas com as curvas de tensão – deformação. O módulo de elasticidade obtido experimentalmente difere do valor real, como esperado. Através dos Elementos Finitos - EF a análise foi efetuada com uma correlação satisfatória para os resultados experimentais, desse modo prevendo dano para materiais com comportamento elástico-plástico. A metodologia proposta permitiu alcançar uma descrição adequada da resposta mecânica do material durante o ensaio de tração quando utilizando amostras de seções retangulares.

Palavras-chave: Ensaio de tração. Métodos dos elementos finitos. Tensão e deformação.

INTRODUÇÃO

O ensaio de tração é um importante procedimento de engenharia, útil para caracterizar algumas relevantes variáveis elásticas e plásticas

¹ Professor do IFMG - Campus Santa Luzia.

² Aluno do bacharelado em Engenharia Mecânica do IFMG - Campus Congonhas.

relacionados ao comportamento mecânico dos materiais, de acordo com Bluhm *et al.* (1965) a facilidade na execução e a reprodutividade dos resultados colocam o ensaio de tração como um dos mais importantes meios de se determinar propriedades mecânicas dos materiais em engenharia. Este ensaio pode ser empregado para se avaliar inclusive propriedades existentes e deterioradas em componentes já em funcionamento, e quando no âmbito de ensaios destrutivos, pode ser uma forma de avaliar se uma estrutura requer alguma manutenção.

Uma manutenção preventiva pode nos mostrar uma resposta correta do comportamento dos materiais submetidos a certos esforços, e isto salvo algumas raras aplicações poder ser mais barato e pode assegurar a segurança ao componente que se pretende avaliar.

Desse modo, fazendo uso tanto de teste físico quanto da utilização do método dos elementos finitos pode-se analisar ensaios de tração que permitam avaliar a evolução das propriedades mecânicas com o uso na vida de componentes mecânicos.

Num primeiro momento neste trabalho, realizou-se um ensaio de tração experimental para levantamento das propriedades mecânicas como módulo de elasticidade, tensão de escoamento, ruptura, e parâmetros de encruamento elasto-plástico, isto a partir dos gráficos Força-Deslocamento e a seguir os gráficos Tensão-Deformação.

Da mesma forma, efetuou-se uma modelagem de elementos finitos para avaliar o corpo de prova sob a mesma condição de carregamento.

Como objetivo procurou-se estabelecer um comparativo entre os resultados do teste experimental com o teste da simulação numérica, avaliando as dispersões entre os resultados, permitindo assim orientar modelagens futuras para teste de tração em outros materiais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Uma vez que o objetivo do presente trabalho é comparar resultados de uma análise experimental com uma análise numérica na parte linear do ensaio, dividiu-se o capítulo em três partes: ensaio de tração de corpos de prova de aço, ensaio de tração via simulação computacional e comparação dos resultados.

Ensaio de tração de corpos de prova de aço

Para o ensaio de tração experimental usou-se a norma ABNT 6152, que recomenda um corpo de prova em forma de barra chata à ser ensaiado com as seguintes dimensões: 50mm de comprimento útil, 7,5mm de largura na área útil e 1,25mm de espessura na área útil. A escolha pela geometria retangular dos corpos de prova deve-se ao equipamento disponível para a realização do ensaio, (P.C. Marcelo 2007). A saber, o equipamento é uma máquina de tração universal Emic modelo DL10000. Segue abaixo a Figura 1 que mostra o equipamento utilizado no ensaio de tração dos corpos de prova.



Figura 1. Equipamento utilizado no ensaio de tração dos corpos de prova de aço.

Fonte: Autor.

Uma vez que o material dos corpos de prova não pode ser determinado com precisão, e sabendo inicialmente que tratar-se de uma liga de aço, usou-se a velocidade de ensaio para uma condição de carga estática conforme norma ABNT 6152 foi de $8 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Para determinação das propriedades mecânicas à tração, foram utilizados corpos de prova padronizados. Estes foram obtidos no formato co-

nhecido como “gravata” ou “dogbone”, conforme determina a norma. Foram feitos 3 corpos de prova iguais, a Figura 2 mostra o formato de um dos corpos de prova, bem como as suas dimensões.



Figura 2. Corpo de prova antes do ensaio.

Fonte: Autor.

Além disto, os corpos de prova foram fixados na máquina através de duas garras sendo a garra superior móvel e a inferior fixa. Segundo Callister (2012), um material isotrópico dúctil possui duas zonas de deformação: elásticas e plástica. O mesmo autor indica que na zona elástica de deformação é possível prever uma linearidade entre tensão e deformação, enquanto na zona plástica esta relação não é possível de ser determinada com tamanha exatidão. Callister (2012), afirma ainda que à esta relação linear entre a tensão e a deformação, dá-se o nome de módulo de elasticidade que tal módulo pode ser determinado, de maneira analítica, segundo a Eq. (1), se a tensão máxima for menor que a tensão limite proporcionalidade. O limite de proporcionalidade é o ponto máximo até onde a curva de tensão x deformação assume a forma de uma reta.

$$\sigma = e \cdot E \quad (\text{Eq. 1})$$

Um dos parâmetros de resistência mecânica obtidos pelo ensaio de tração é o limite de resistência à tração, LRT, calculado pela razão entre a carga máxima e a área da seção transversal inicial do corpo de prova, expresso pela Eq. (2) (DIETER, 1981) (P. Mariana, 2015).

$$LRT = \frac{\sigma_{max}}{A_0} \quad (\text{Eq. 2})$$

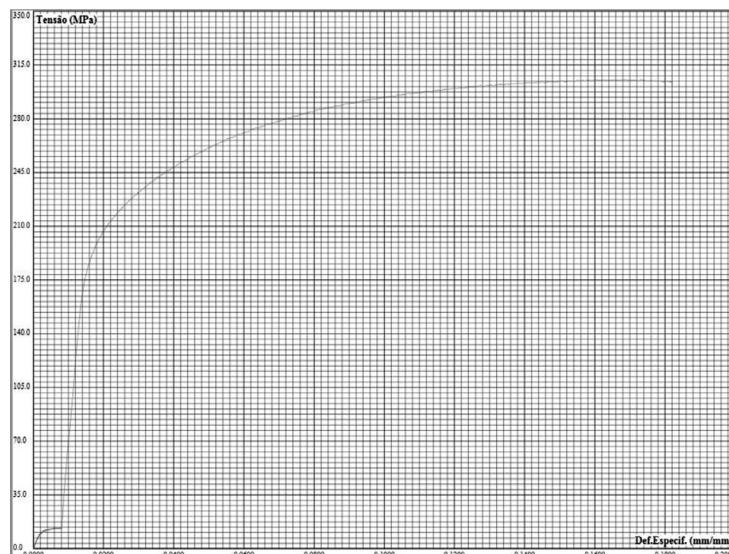
Todavia, o limite de proporcionalidade não é ainda o ponto que define se o material entrou na zona plástica, ou se ainda está sofrendo deformação elástica. Para Callister (2012), o ponto que distingue essas duas zonas é o limite de escoamento e esse ponto é um pouco superior ao

limite de proporcionalidade. Callister (2012) continua e explica que entre o limite de proporcionalidade e o limite de escoamento ocorre um fenômeno chamado escoamento.

A norma ABNT 6152 define que, para se determinar o limite de escoamento de um material é necessário conhecer o módulo elástico do mesmo e em seguida, traçar uma reta paralela à reta elástica que passe pelo ponto de deformação 0,002mm e tensão 0MPa e toque a curva de Tensão-Deformação. Desta maneira, o ponto onde a reta toca a curva de Tensão-Deformação é denominado ponto de limite de escoamento.

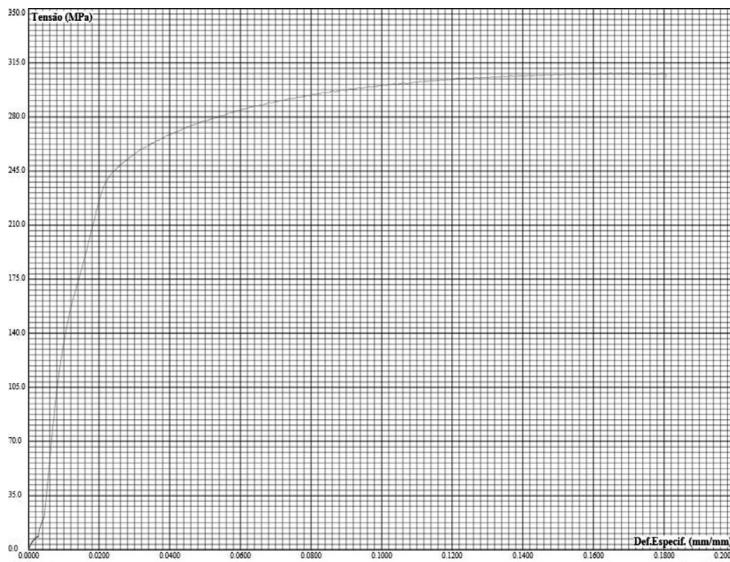
Os resultados do ensaio de tração podem ser vistos nas Figuras 3, 4 e 5 na qual é possível ver a curva de tensão x deformação construída à partir do aumento gradativo da carga sobre os corpos de prova. Nas Figuras 3 e 4 é possível perceber que ocorreu escorregamento inicial da garra e que por isso a máquina identificou uma deformação muito grande, sem que houvesse incidência de tensão.

Figura 3. Curva de tensão-deformação do corpo de prova 1.



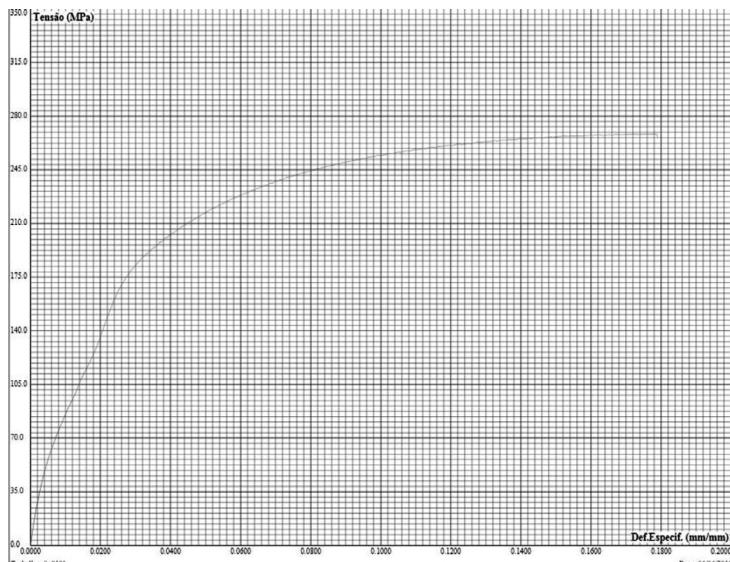
Fonte: Autor.

Figura 4. Curva de tensão–deformação do corpo de prova 2.



Fonte: Autor.

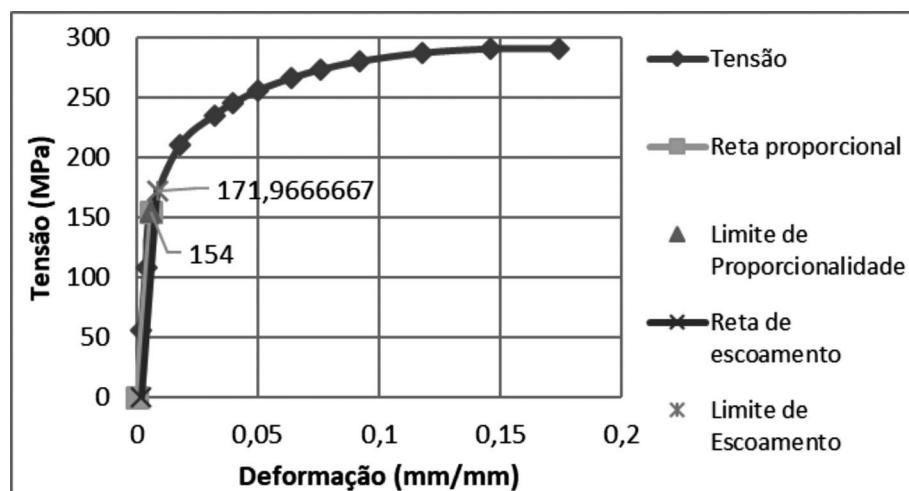
Figura 5. Curva de tensão–deformação do corpo de prova 3.



Fonte: Autor.

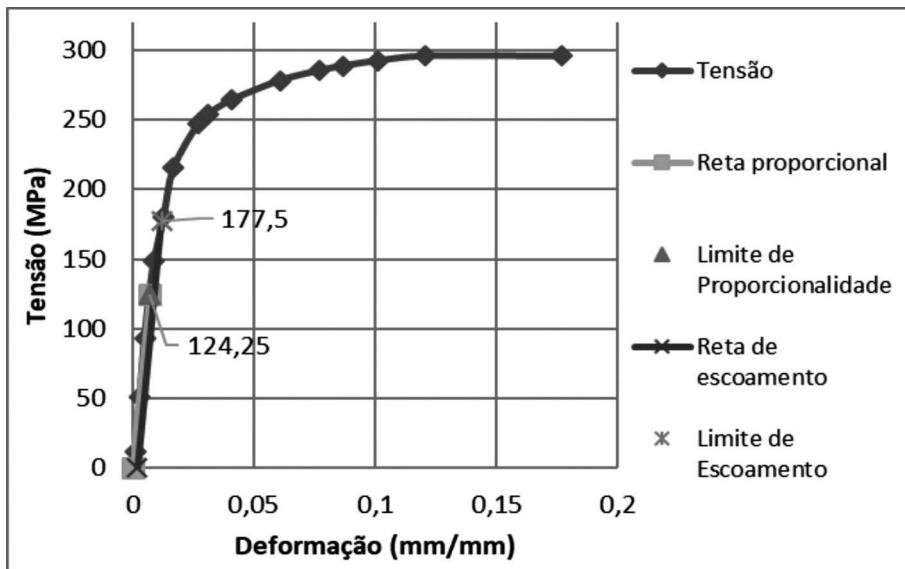
Devido ao escorregamento inicial e para facilitar o cálculo do módulo de elasticidade, do limite de proporcionalidade e do limite de escoamento, foi necessário ajustar a curva Tensão-Deformação conforme Figuras 6 e 7. Uma vez ajustado, é mais fácil manipulá-lo e definir seus principais pontos. Para o desenho da curva foram adotados pontos arbitrários de tensão e seus pares correspondentes de deformação. A partir da nova curva foi possível identificar nas Figuras 6, 7 e 8 o limite de proporcionalidade como sendo respectivamente 154MPa (deformação de 0,006), 124,25MPa (deformação 0,007) e 161MP (deformação de 0,024) tendo o limite de escoamento, um pouco maior, sendo respectivamente 171,9666667MPa, 177,5MPa e 174,4166667MPa. O valor do módulo elástico foi determinado utilizando equação da reta e vale respectivamente 25666,7MPa, 17750MPa e 6708,33MPa.

Figura 6. Resultado do ensaio de tração do corpo de prova 1, com destaque para o limite de proporcionalidade e limite de escoamento.



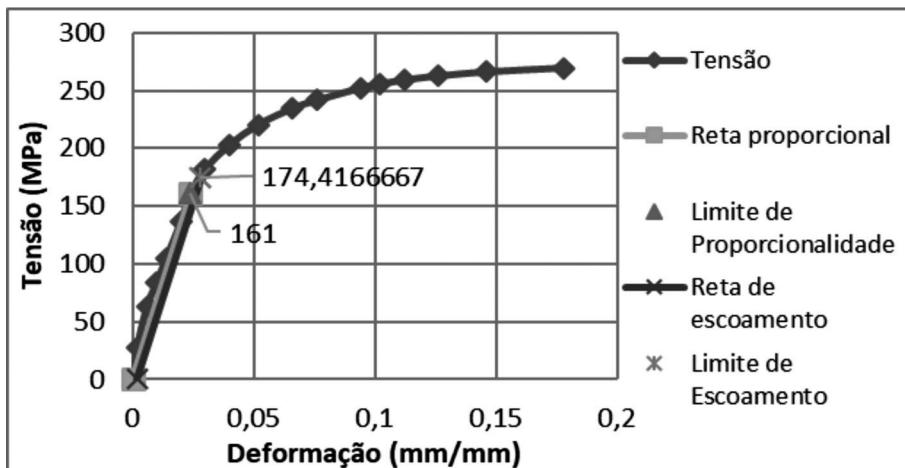
Fonte: Autor.

Figura 7. Resultado do ensaio de tração do corpo de prova 2, com destaque para o limite de proporcionalidade e limite de escoamento.



Fonte: Autor.

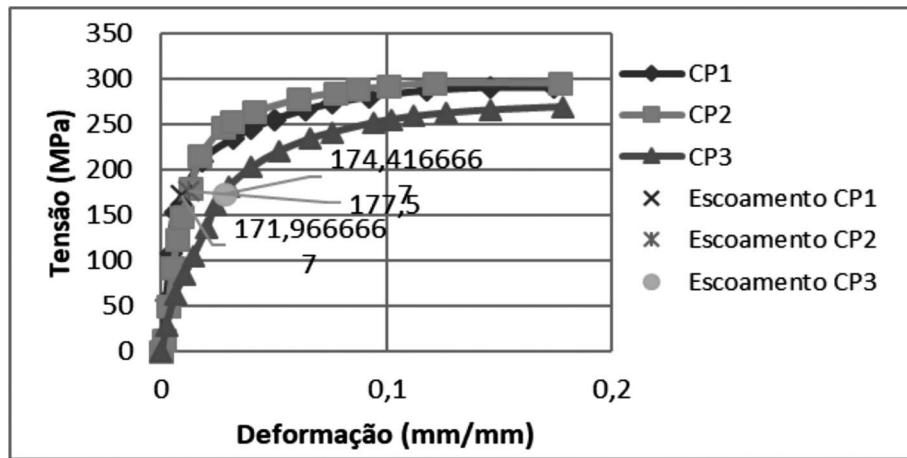
Figura 8. Resultado do ensaio de tração do corpo de prova 3, com destaque para o limite de proporcionalidade e limite de escoamento.



Fonte: Autor.

Depois de colher todos os resultados do ensaio real, foi possível descrever um gráfico que mostre a comparação dos três ensaios realizados como consta na Figura 9, que traz curvas bem parecidas mostrando se tratar do mesmo material. Somente no corpo de prova três ocorreu uma dispersão dos outros ensaios, mas nada que interfira muito nos valores de suas propriedades mecânicas.

Figura 9. Comparação das curvas do ensaio de tração real.



Fonte: Autor.

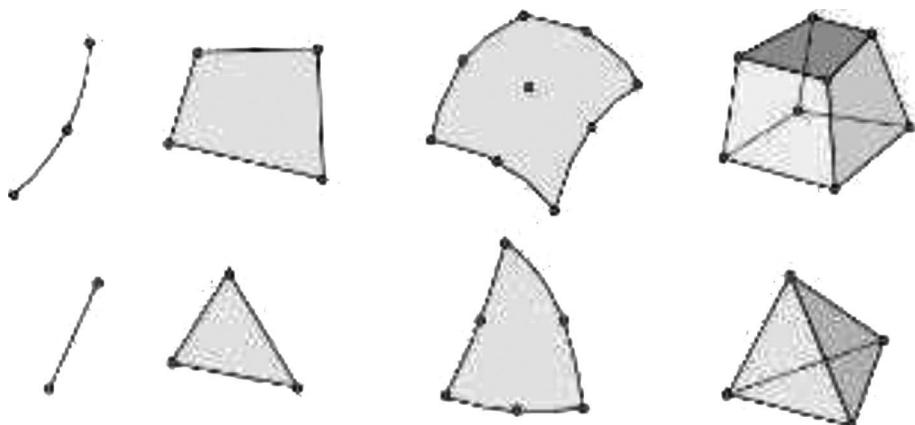
Ensaio de tração via simulação computacional

Com os resultados do ensaio de tração o próximo passo foi realizar a simulação numérica da mesma geometria do corpo de prova. Bosch (2005) recomenda que, uma vez que a espessura seja muito menor que seu comprimento, recomenda-se a utilização de uma malha do tipo casca.

A Figura 10 mostra os tipos de malha. O corpo de prova possui comprimento na zona útil de 50mm e espessura de 1,25mm, o que leva à uma razão entre espessura/comprimento de 0,025. Essa espessura é pequena, o que justifica a utilização de malha do tipo casca. Com destaque para este tipo de elemento é plano, na Figura 10, é possível ver que

existem dois tipos de malha plana: triangulares e quadrangulares. Além delas, cada uma possui duas variações: com nós somente nas arestas e com nós nas arestas e no meio dos segmentos. As malhas com nós somente nas arestas servem para corpos que são simétricos em relação à algum eixo. O presente trabalho considera o corpo de prova a ser simulado simétrico e portanto a malha escolhida é do tipo que possui nós apenas nas arestas.

Figura 10: Tipos de malha da esquerda para direita: linear, superficial de aresta, superficial de aresta e segmento e sólida.



Fonte: Budynas (2011).

Em relação ao tipo de malha, Budynas *et al.*, (2011) é bastante conciso em afirmar que a utilização da malha de superfície triangular de três nós deve ser evitada, em relação à malha de superfície quadrilateral de quatro nós. A malha de três nós só deve ser utilizada quando a geometria do corpo não permitir a utilização da malha de quatro nós. Uma vez que a geometria do corpo de prova pode ser considerada simples (baixos concentradores de tensão), é possível utilizar somente malha de quatro nós.

As condições de contornos, segundo Bosch (2005) devem tentar reproduzir de maneira mais fiel possível os fenômenos que ocorrem. Nos ensaios de tração, uma garra do equipamento de tração é fixa e a outra

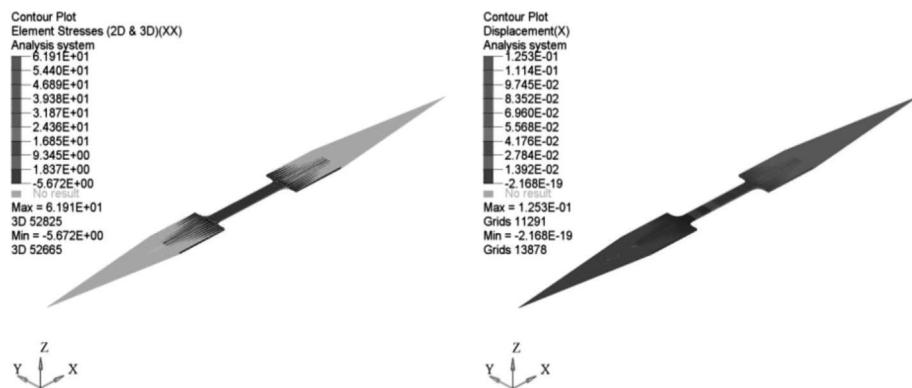
garra é móvel. Durante o ensaio, a garra móvel tende a se distanciar da garra fixa de maneira gradativa e com velocidade constante. Uma vez que exista um corpo de prova entre as duas garras, enquanto a garra móvel se distancia, a mesma exerce uma força no corpo de prova. Essa força faz o corpo de prova ser tracionado. A maneira de definir as condições de contorno então é fixar um lado do corpo de prova, enquanto no outro lado do corpo de prova é aplicada uma força. Para o atual estudo foram usados diferentes valores de força, cada um gerando uma tensão e uma deformação, com o objetivo de traçar uma curva de Tensão-Deformação. As Tabelas 1, 2 e 3 mostram os valores de entrada dessas cargas retiradas das Figuras 3, 4 e 5. Nas Figuras 11, 12 e 13 mostram os resultados do ensaio computacional numérico para as cargas que contam nas Tabelas 1, 2 e 3 respectivamente.

Tabela 1. Valores de carga utilizados na simulação numérica do corpo de prova 1.

F1	ON
F2	525
F3	1017,1875

Fonte: Autor.

Figura 11. Simulação numérica do corpo de prova 1.



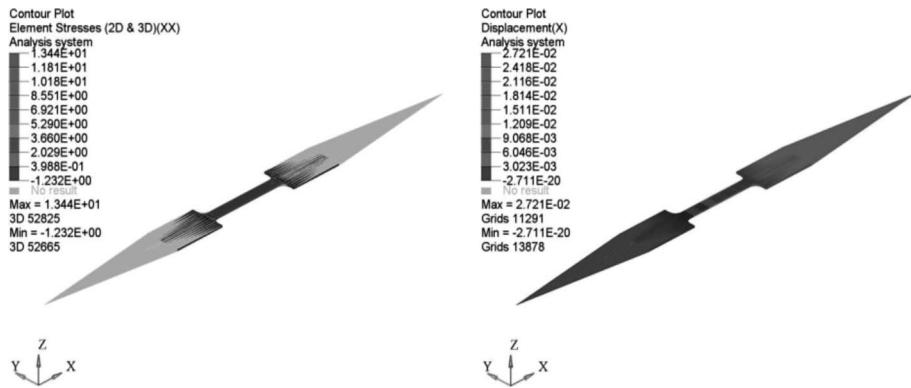
Fonte: Autor.

Tabela 2. Valores de carga utilizados na simulação numérica do corpo de prova 2.

F1	0N
F2	114,84375
F3	475,78125
F4	869,53125

Fonte: Autor.

Figura 12. Simulação numérica do corpo de prova 2.



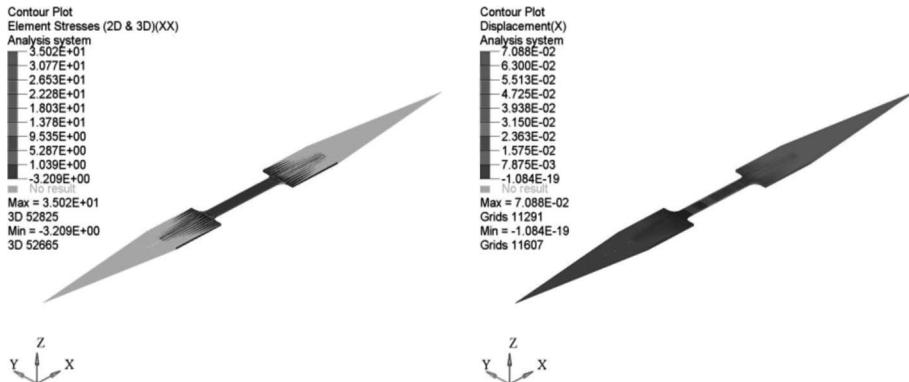
Fonte: Autor.

Tabela 3. Valores de carga utilizados na simulação numérica do corpo de prova 3.

F1	0N
F2	297,5
F3	669,375

Fonte: Autor.

Figura 13. Simulação numérica do corpo de prova 3.



Fonte: Autor.

O tamanho da malha também deve ser uma preocupação a ser considerada. Bosch (2005) afirma que deve-se utilizar a menor quantidade de nós possível, mas que consiga representar de maneira fiel a geometria do elemento. Percebeu-se que, utilizando malha de 2mm de tamanho, obteve-se uma aproximação bastante boa entre o corpo de prova e o modelo descritivo do corpo de prova. Os dados da malha, está disponível na Tabela 4

Tabela 4. Características da malha.

Tamanho da malha	2mm
Número de elementos	6725

Fonte: Autor.

Mantendo as condições de contorno do apoio e as características da malha, além do tamanho da mesma, o modelo foi calculado para cada carga, com o objetivo de se obter as tensões e deformações correspondentes com cada carga das Tabelas 1, 2 e 3. O resultado dessas simulações estão disponíveis nas Tabelas 5, 6 e 7 e a curva de tensão deformação construída a partir destes mesmos dados podem ser vistas nas

Figura 14, 15 e 16. Como já era previsto, a curva só possui os valores correspondentes à zona elástica do material, mais precisamente à zona linear do mesmo.

Tabela 5. Tensão e deformação correspondentes às cargas no corpo de prova 1.

Força	Tensão	Deformação
F1	0MPa	0mm
F2	61,91MPa	0,002506mm
F3	119,9MPa	0,004854mm

Fonte: Autor.

Tabela 6. Tensão e deformação correspondentes às cargas no corpo de prova 2.

Força	Tensão	Deformação
F1	0MPa	0mm
F2	13,44MPa	0,001mm
F3	56,01MPa	0,002mm
F4	102,5MPa	0,004mm

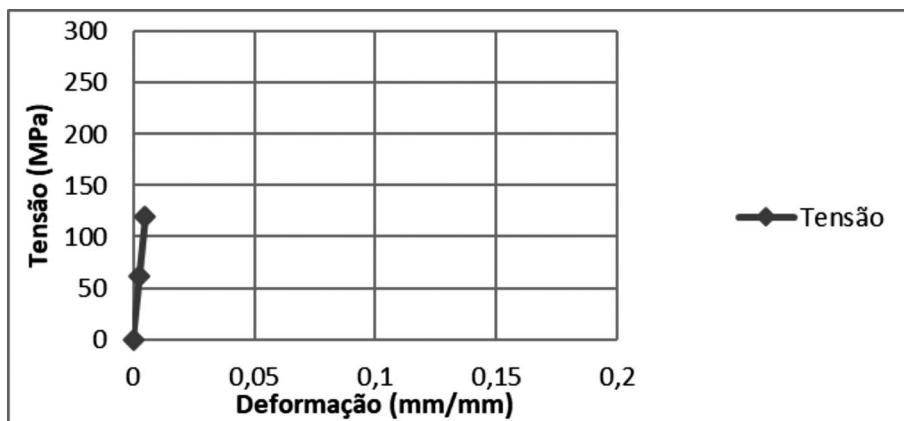
Fonte: Autor.

Tabela 7. Tensão e deformação correspondentes às cargas no corpo de prova 3.

Força	Tensão	Deformação
F1	0MPa	0mm
F2	35,02MPa	0,0014176mm
F3	78,89MPa	0,003194mm

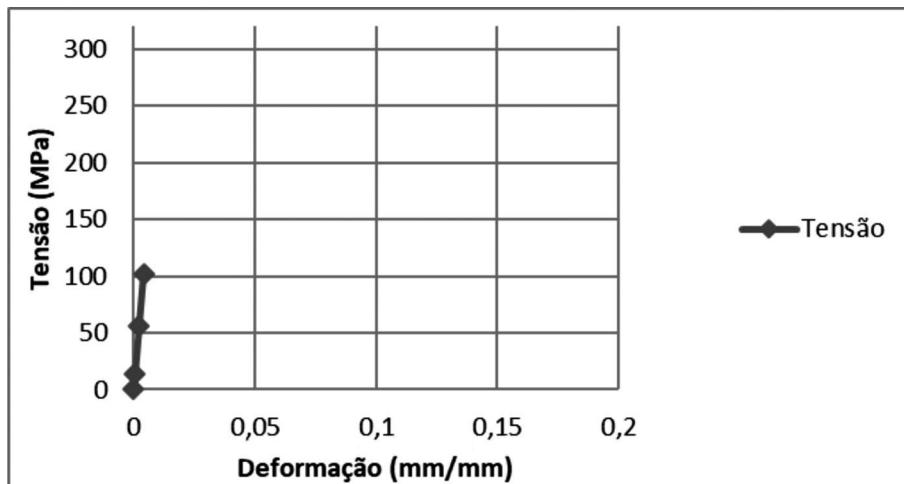
Fonte: Autor.

Figura 14. Curva de Tensão x deformação numérica obtida por meio de simulação do corpo de prova 1.



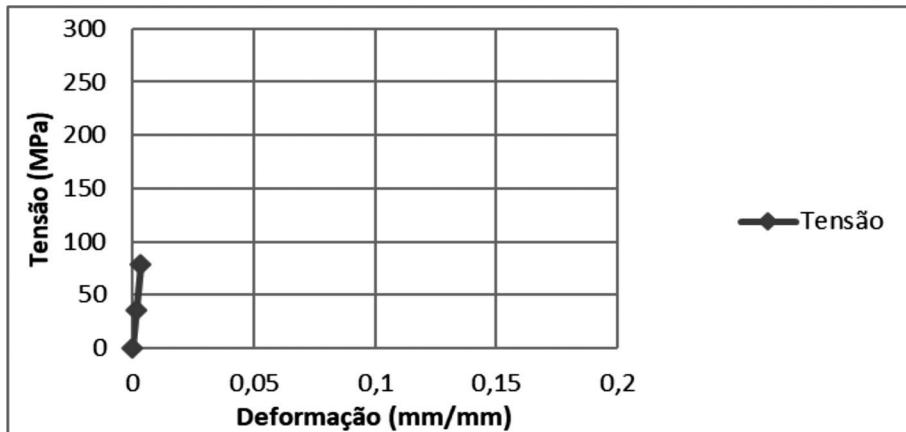
Fonte: Autor.

Figura 15. Curva de Tensão x deformação numérica obtida por meio de simulação do corpo de prova 2.



Fonte: Autor.

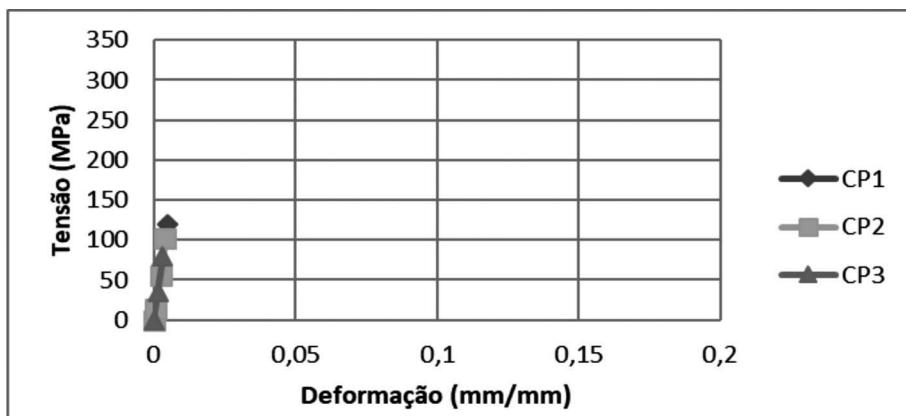
Figura 16. Curva de Tensão x deformação numérica obtida por meio de simulação do corpo de prova 3.



Fonte: Autor.

Depois de colher todos os resultados do ensaio computacional numérico, foi possível descrever um gráfico que mostre a comparação dos três ensaios realizados como consta na Figura 17. O gráfico trouxe 3 retas na zona elástica bem parecidas mostrando se tratar do mesmo material.

Figura 17. Comparação das curvas do ensaio de tração computacional.

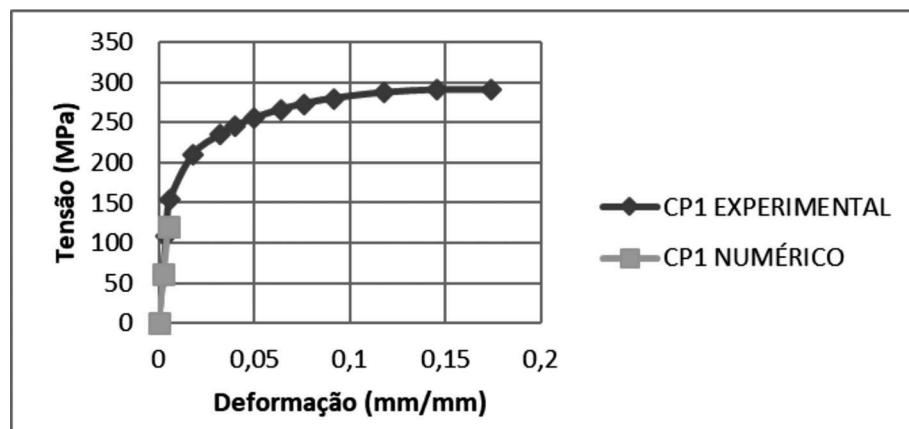


Fonte: Autor.

Comparação dos resultados: ensaio real x computacional

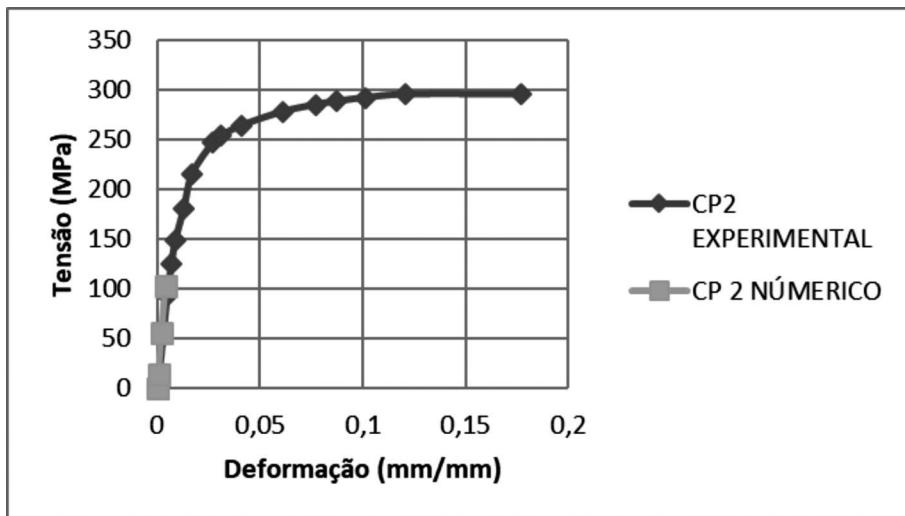
Dispondo de ambas curvas de Tensão-Deformação é possível compará-las e analisar seus resultados. As Figuras 18, 19 e 20 mostram a curva Tensão-Deformação que mostra a comparação entre os valores de tensão obtidos por meio do ensaio de tração e obtidos por meio de simulação computacional. O mesmo vale para a deformação. Para a confecção da curva foram utilizados os mesmos pares ordenados apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7 contando também com os correspondentes do ensaio de tração.

Figura 18. Comparação das curvas do ensaio de tração real com o computacional do corpo de prova 1.



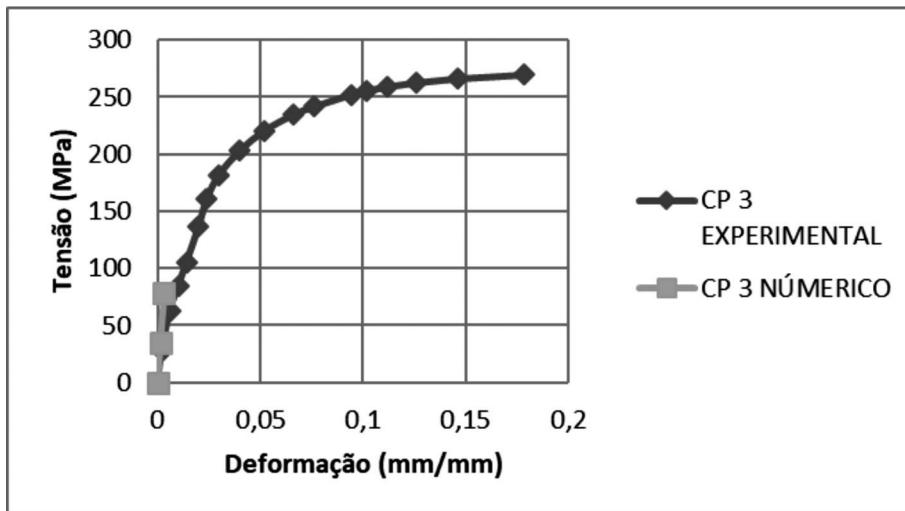
Fonte: Autor.

Figura 19. Comparação das curvas do ensaio de tração real com o computacional do corpo de prova 2.



Fonte: Autor.

Figura 20. Comparação das curvas do ensaio de tração real com o computacional do corpo de prova 3.



Fonte: Autor.

COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Observou-se pela analise experimental um resultado já esperado de tensão e deformação por se tratar de uma liga de aço, que tem suas propriedades mecânicas já conhecidas, tendo uma reta na zona elástica bem parecida com a proporcional. Pela análise numérica viu-se que a tensão e a deformação crescem proporcionalmente de acordo com a carga aplicada, pela comparação dos resultados numéricos e experimental observou-se a boa proximidade dos resultados de tensão e deformação na zona elástica, gerando duas retas bem parecidas até o limite de escoamento. Assim este trabalho conclui, que através das análises realizadas, que a simulação numérica pelo método de elementos finitos é um meio viável de avaliação de um ensaio de tração, pois cria resultados numéricos muito parecidos com os de um ensaio real, tendo dispersão de valor que pode ser desconsiderada.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o auxílio dos membros da equipe de Bajaço, o apoio do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus Congonhas* e também da Altair Brasil pela contribuição à realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT6152, 2002. *Materiais metálicos – Ensaio de tração à temperatura ambiente*.

BLUHM, J. I. e MORRISEY, R. J., 1965. “*Fracture in a Tensile Specimen*”. First International Conference on Fracture, Sendai, Japão, p. 1739-1780.

BOSCH, R. 2005. *Manual de Tecnologia Automotiva*. 25. ed. São Paulo: Blucher. p. 190-196;749.

BUDYNAS, R. NISBET, J. K. 2011. *Elementos de Máquinas de Shigley – Projeto de Engenharia Mecânica*. 8. ed. Porto Alegre: AMGH. p. 963-971.

CALLISTER, Jr. 2012. *Ciência Engenharia de Materiais – Uma Introdução*. 8. ed. LTC.

DIETER, G. E. *Metalurgia Mecânica*. 2. ed. [S.I.]: Guanabara Koogan S.A., 1981.

GONÇALVES, C. A. *Simulação numérica de processos de conformação superplástica e corte de chapas metálicas*, TCC USP, São Paulo, 2011.

P. C. Marcelo, 2007. *Dissertação para a obtenção do título de mestre em engenharia e tecnologia de materiais*. Tese de mestrado, departamento de pós-graduação, PUCRS, Porto Alegre, Brasil.

P. Mariana., 2015; *simulação do ensaio de tração para o aço AISI 430 via redes neurais artificiais e análise do comportamento mecânico*, Tese de mestrado, departamento de pós-graduação, CEFET-MG. Belo Horizonte, Brasil.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

Marco Antônio Sabará¹, Caio Vinícius Leão Sabará²

Resumo: As demandas da sociedade moderna por energia são muito grandes. Na medida em que cresce a demanda por energia, também se torna mais difícil a sua geração e distribuição, bem como a mitigação dos impactos socioambientais decorrentes destes processos. Portanto, a implementação de programas de gestão energética torna-se crucial. No caso da indústria, os custos com energia são muito significativos e crescentes. Combater o desperdício de energia e otimizar a sua utilização é fator preponderante para a manutenção da competitividade da indústria brasileira a nível global. O presente trabalho analisa esta realidade, à luz de estudos publicados pelo Ministério das Minas e Energia e de documentos gerados no âmbito do programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL nos últimos anos. Inicialmente é feita uma breve conceituação e uma análise histórica da conjuntura dos programas nacionais de eficiência energética e da política pública nesta área. Em seguida, é feito um recorte em relação ao cenário de eficiência energética na indústria nacional. Nas considerações finais são avaliados os desafios e oportunidades para a eficiência energética nas instalações industriais a partir dos casos estudados na literatura de referência.

Palavras-chave: Eficiência energética. Inovação tecnológica. Instalações industriais. Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Energia é um termo comumente utilizado em nosso cotidiano. Por isto, notícias sobre construções de hidrelétricas e termelétricas, o preço do petróleo, uso de fontes renováveis de energia, os riscos da energia nuclear, etc., são freqüentes nos meios de comunicação. Esta energia pode ser produzida de diversas maneiras e a partir de diversas origens, ser transportada, armazenada e consumida. Contudo, o consumo nas sociedades modernas é muito alto, gerando problemas de ordem ambiental, social, econômica e geopolítica (BUCUSSI, 2006).

¹ Professor do departamento de Mecânica do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: marco.sabara@ifmg.edu.br

² UFSJ - campus Santo Antônio, email: caio.leao@oi.com.br

Segundo o Balanço Energético Nacional - BEN de 2010, a indústria é o maior consumidor de energia do Brasil, respondendo por 37,2% do consumo. A eletricidade e o bagaço de cana são as duas fontes energéticas principais da indústria. Cumpre considerar que a eletricidade é uma fonte difundida por todo o segmento industrial, enquanto o bagaço se encontra mais restrito à indústria de Alimentos e Bebidas (BRASIL, 2008; BRASIL, 2009).

Este cenário, por si só, deveria ser o suficiente para alavancar a busca pela eficiência energética como uma preocupação essencial dos gestores industriais. Contudo, isso não vem ocorrendo como um movimento natural, sendo necessárias medidas que insiram a eficiência energética como um instrumento de competitividade. Ao longo das últimas décadas o Brasil formulou um conjunto de leis, programas e ações que compõem uma Política Pública voltada para a Eficiência Energética, não apenas no âmbito industrial, mas em toda a cadeia produtiva nacional. Entretanto, muito ainda precisa ser feito para que estas ações atinjam no segmento industrial os mesmos resultados obtidos nos segmentos residencial, comercial e público.

A implementação da Eficiência Energética torna necessárias duas vertentes de atuação: a vertente humana e a vertente tecnológica. A primeira envolve a mudança de hábitos e atitudes por meio da educação. A segunda requer ações de engenharia e inovação.

A implantação de programas de Eficiência Energética na indústria tem potencial para trazer benefícios não apenas para a própria indústria, mas também para a sociedade. Um melhor aproveitamento das instalações e equipamentos industriais geraria uma redução do consumo energético e consequente aumento de produtividade, além da redução de custos. Desta forma, os recursos para a construção de usinas e redes de distribuição poderiam ser reduzidos, impactando para menos o valor dos produtos e serviços e aumentando a segurança energética em relação ao atendimento das demandas futuras (COPEL, 2005; MARQUES *et al.*, 2006; MARQUES *et al.*, 2007).

O presente artigo discorre sobre o contexto atual da eficiência energética em nosso país, tentando explicitar os desafios e oportunidades que esta conjuntura propicia para os responsáveis pelas instalações industriais, tanto a nível de projeto e manutenção, quanto de gestão.

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

Breve histórico e alguns conceitos

Conservação de energia é um “conceito sócio-econômico que traduz a necessidade de se retirar do planejamento da expansão do sistema elétrico, a componente referente ao desperdício. Isso permite a redução dos investimentos no setor elétrico, sem comprometer o fornecimento de energia e a qualidade devida.” (MARQUES, et al., 2006, p. 11).

A crise energética brasileira de 2001 e as preocupações ambientais e geopolíticas mundial relacionadas aos combustíveis fósseis e seus prováveis substitutivos, colocaram a conservação de energia na pauta do dia de cientistas, empresários e políticos. Contudo, ações locais ou globais já podem ser percebidas desde o choque do petróleo na década de 70 (BRASIL, 2008; BRASIL, 2009; MARQUES et al., 2006; MARQUES et al., 2007).

No Brasil, já em 1979, o Ministério da Indústria e do Comércio e a ANFAVEA, assinaram um protocolo prevendo uma redução de 20% do consumo de combustíveis através de automóveis a álcool. No PRO-ALCOOL se colocava a questão da introdução de novas tecnologias e não apenas o aperfeiçoamento dos automóveis que já existiam. Já nesta época, o governo federal oferecia estímulos à conservação e substituição do óleo combustível consumido na indústria o que resultou na criação do programa CONSERVE no âmbito do Ministério da Indústria e Comércio, em 1981 (BRASIL, 2008; BRASIL, 2009; MARQUES et al., 2006; MARQUES et al., 2007).

Após a conjuntura recessiva da década de oitenta verificou-se uma redução no consumo de energia elétrica, gerando um excedente que poderia ser comercializado (Energia Garantida por Tempo Determinado - EGTD). Contudo, tais excedentes de eletricidade não eram perenes e a defasagem das tarifas em um momento de retomada do crescimento da economia geraram as condições que levaram à crise energética de 2001 (BRASIL, 2008; BRASIL, 2009; MARQUES et al., 2006; MARQUES et al., 2007).

A demanda mundial pela energia cresce continuamente, pois as populações e suas necessidades estão crescendo e mais indústrias, serviços

e empregos são gerados. De outro lado, há muito desperdício de energia. A produção de energia tem grande influência sobre o meio ambiente por dois fatores: desmatamento e emissão de poluentes. Vários estudos têm demonstrado que a política mais comum para gerenciar a poluição urbana e industrial concentra-se no tratamento de “fim de tubo” e tem se demonstrado insustentável e custosa (MARQUES *et al.*, 2007).

Do binômio homem/atividade industrial surgiu a poluição ambiental. A acelerada industrialização e urbanização dos países em desenvolvimento têm como consequência um aumento severo na poluição: água que está imprópria para o consumo, altos níveis de concentração de poluentes no ar e aumento da quantidade de resíduos sólidos urbanos e resíduos perigosos, além de problemas na sua disposição. O consumo de energia é uma das principais causas da degradação do meio ambiente (MARQUES *et al.*, 2006; MARQUES *et al.*, 2007).

Segundo os mesmos autores (2006, p. 29), “a rigor, promover a eficiência energética é essencialmente utilizar o conhecimento de forma aplicada, empregando os conceitos da engenharia, da economia e da administração aos sistemas energéticos.” A eficiência energética pode ser obtida tanto pela inovação tecnológica, através da introdução de novos produtos, máquinas ou tecnologia de menor consumo energético, como por novas formas de gestão do processo produtivo. O desenvolvimento tecnológico tem propiciado a introdução de novas tecnologias no mercado. Lâmpadas e motores mais eficientes, novos eletrodomésticos e sistemas de automação, que otimizam a geração, transporte e distribuição de energia, novos dispositivos eletrônicos de administração da carga pelo lado da demanda e tantos outros avanços tecnológicos que implicam em melhor uso da energia elétrica. Destaque-se, ainda, o enorme potencial para cogeração, entendido como geração simultânea de potência elétrica e térmica, pouco explorado em nosso país”. (BRASIL, 2008; BRASIL, 2009; MARQUES *et al.*, 2006; MARQUES *et al.*, 2007)

A política pública de eficiência energética no Brasil

Iniciativas relacionadas à Eficiência Energética já vem sendo ensaiadas em nosso país há mais de duas décadas. No Quadro 1 podemos observar de forma sucinta como este movimento tem se dado ao longo do tempo.

Quadro 1. Breve histórico da Eficiência Energética no Brasil.

Período	Evento
Década de 1970	Os choques do petróleo de 1973-74 e 1979-81 trazem a percepção de escassez deste recurso energético e forçam a alta dos preços dos energéticos, abrindo espaço para uma série de ações voltadas à conservação e maior eficiência no uso dos seus derivados.
1975	Em uma atitude pioneira no país, o Grupo de Estudos sobre Fontes Alternativas de Energia (GEFAE) organizou, em colaboração com o Ministério das Minas e Energia, um seminário sobre conservação de energia. Ato contínuo, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) obteve autorização da Presidência da República para alocar recursos financeiros à realização do Programa de Estudos da Conservação de Energia, passando a desenvolver e apoiar estudos visando à busca de maior eficiência na cadeia de captação, transformação e consumo de energia.
Década de 1980	Estudos publicados pelo Clube de Roma indicam que a eficiência energética é um instrumento privilegiado para mitigação dos impactos ambientais de efeitos decorrentes das emissões de gases de efeito estufa e destruidores da Camada de Ozônio.
1985	Criação do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), cuja atuação inicial caracteriza-se pela publicação e distribuição de manuais destinados à conservação de energia elétrica entre vários setores sociais. A partir de então, algumas iniciativas, em termos de estímulo ao desenvolvimento tecnológico e à adequação de legislação e normas técnicas, também começam a se esboçar.
1990	O PROCEL inicia projetos de demonstração e cursos técnicos para formar profissionais com competência específica na área.
1991	Um decreto presidencial institui o CONPET (Programa Nacional de racionalização do uso dos derivados de petróleo e do gás natural), para trabalhar sob a coordenação de um grupo composto por representantes de órgãos estatais e privados. As áreas de atuação do CONPET abrangem as instituições de ensino e os setores de transportes, industrial (melhoria ambiental e competitividade produtiva), residencial e comercial (usos de selos de eficiência dos produtos), agropecuário (uso de óleo diesel) e geração de energia (termelétricas).
2000	Promulgada a Lei nº 9.991, que regulamenta a obrigatoriedade de investimentos em programas de eficiência energética no uso final por parte das empresas brasileiras distribuidoras de energia elétrica. Este fundo subsidia o Programa de Eficiência Energética das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica (PEE)
2003	Instituição do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE do INMETRO

Período	Evento
2005	Início da concessão do Selo CONPET para os modelos mais eficientes de fornos, fogões e aquecedores de água a gás. Neste mesmo ano, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabeleceu o direcionamento de pelo menos 50% dos recursos desse programa para o uso eficiente de energia junto a consumidores residenciais de baixa renda (adequação de instalações elétricas internas das habitações, doações de equipamentos eficientes, entre outros).
2009	O CONPET e o INMETRO implementam a etiquetagem voluntária de veículos leves, no âmbito do PBE.
2010	A Lei nº 12.212 exige que as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica apliquem, no mínimo, 60% dos recursos dos seus programas de eficiência energética em unidades consumidoras beneficiadas pela Tarifa Social.

Fonte: BRASIL (2009 p. 3-5).

A operacionalização dos programas e iniciativas de eficiência energética no Brasil cabe ao Ministério das Minas e Energia. Na formulação das políticas energéticas, o mesmo deve estabelecer (BRASIL, 2009, p. 4):

a) níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes, e desenvolver mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas (Lei nº 10.295/01); b) Coordenar as ações do PROCEL e do CONPET; c) regulamentar a aplicação da Lei nº 10.295/01, através do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), que tem como competência elaborar regulamentação e plano de metas, específicas para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia; constituir comitês técnicos, entre outras atribuições.

O desenvolvimento das ações de Eficiência Energética no Brasil foi acompanhado por uma série de leis e regulamentos que apresentamos em síntese no Quadro 2.

Quadro 2. Legislação e regulamentação de eficiência energética no Brasil.

Período	Legislação
1981	Portaria MIC/GM46, foi criado o Programa CONSERVE visando à promoção da conservação de energia na indústria, ao desenvolvimento de produtos e processos energeticamente mais eficientes, e ao estímulo à substituição de energéticos importados por fontes alternativas autóctones.
1982	Decreto Nº 87.079 aprova as diretrizes para o Programa de Mobilização Energética - PME, conjunto de ações dirigidas à conservação de energia e à substituição de derivados de petróleo.
1984	O Inmetro - Instituto Brasileiro de Metrologia, Normalização e Qualidade, órgão vinculado ao Ministério da Indústria e do Comércio Exterior, implementou o Programa de Conservação de Energia Elétrica em Eletrodomésticos, tendo por objetivo promover a redução do consumo de energia em equipamentos como refrigeradores, congeladores, e condicionadores de ar domésticos. Em 1992, este programa foi renomeado, sendo a partir de então denominado Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)
1985	Portaria Interministerial nº 1.877, dos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio Exterior, institui o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, com a finalidade de integrar as ações visando à conservação de energia elétrica no país, dentro de uma visão abrangente e coordenada.
1991	Um decreto presidencial institui o CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural. Neste mesmo instrumento as competências do PROCEL foram revistas.
1993	Um decreto presidencial institui o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, destinado ao reconhecimento das contribuições em prol da conservação e do uso racional da energia no país.
1997	Promulgação da Lei nº 9.478/1997 (Lei do Petróleo), que dispõe sobre a Política Energética Nacional e cria a ANP. Esta Lei determina que um dos princípios e objetivos da Política Energética Nacional são as políticas nacionais para o aproveitamento racional das fontes de energia, visando, entre outros, o objetivo de proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia.
2001	Promulgação da Lei nº 10.295, também conhecida como Lei da Eficiência Energética. Esta Lei corresponde ao principal marco regulatório da matéria no Brasil. A mesma dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional da energia, visando à alocação eficiente dos recursos energéticos e também a preservação do meio ambiente. Esta lei foi regulamentada pelo Decreto nº 4.059, que determina os procedimentos para o estabelecimento dos indicadores e dos níveis de eficiência energética.

Fonte: BRASIL (2009 p. 16-18).

Desafios e oportunidades para a eficiência energética na indústria

A recessão econômica contemporânea tem exigido a minimização dos custos e a otimização dos investimentos, nos levando inexoravelmente à conservação de energia. Isto é feito, por exemplo, diminuindo-se as perdas de energia no processo produtivo, especificando os equipamentos com eficiência máxima e operando os mesmos o mais próximo desta condição (COPEL, 2005; MARQUES *et al.*, 2006; MARQUES *et al.*, 2007).

Entretanto, não basta somente a boa seleção do equipamento para se obter a redução do consumo de energia, mas é necessário que o conjunto seja corretamente instalado e a manutenção seja executada com eficácia.

Um dos pontos que mais contribui para o aumento de consumo de energia é a seleção da máquina sobredimensionada. Os excessos cometidos na determinação de margens de segurança, por muitas vezes conservadoras, levando em consideração apenas as necessidades futuras de manutenção e não aspectos energéticos geram um consumo maior de energia. Além disto, muitas vezes os equipamentos são dimensionados na expectativa de uma demanda futura muito maior que a capacidade ociosa atual, operando longe dos pontos de melhor rendimento. Do ponto de vista de consumo energético, seria mais viável instalar um equipamento de menor capacidade (logo, menor consumo) e substituí-lo depois por outro de capacidade total (COPEL, 2005; MARQUES *et al.*, 2006; MARQUES *et al.*, 2007).

A literatura da área alerta também para a importância de programas de acompanhamento da qualidade de geração da energia elétrica utilizada nas indústrias:

“Os atuais programas de conservação de energia, adotados pelas mais diversas empresas governamentais (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCCEL) e não governamentais (Energy Services Companies - ESCOS e Consultorias em geral), são elaborados e executados considerando-se que o sistema elétrico de potência esteja trabalhando sob condições praticamente senoidais, com níveis de tensão e freqüência dentro de valores estabelecidos por normas. Desta forma, os problemas associados com a qualidade da energia elétrica não são levados em consideração. Com o aumento das cargas não lineares no sistema elétrico, o problema da distorção harmônica tem se tornado cada vez mais significativo. Algumas medidas de conservação, tais como: a aplicação de inverso-

res de freqüência para o controle da velocidade de motores, controladores de intensidade luminosa (dimmers), utilização de lâmpadas fluorescentes compactas com reatores eletrônicos, controladores de potência para chuveiros, entre outras, podem interferir na qualidade do sistema elétrico, de forma a aumentar as perdas e até causarem danos e prejuízo aos consumidores e à concessionária. No passado, a questão da qualidade da energia elétrica não era importante por dois motivos principais: o primeiro deles porque a maioria dos usuários não necessitava de um fornecimento de energia de alta qualidade, já que seus processos e equipamentos não eram tão sensíveis aos distúrbios relacionados com a qualidade. O segundo deles está relacionado com as empresas brasileiras de eletricidade que, há quase meio século, operaram dentro de um regime de monopólio de tarifas com base no custo do serviço, significando que todo aumento ou redução de custos não implicava em aumento ou redução dos lucros respectivamente. Atualmente, a questão da qualidade da energia elétrica surge como um fator muito mais relevante e necessário aos vários envolvidos no sistema elétrico. A deterioração da qualidade pode provocar ineficiências técnicas e econômicas com significativas perdas para a comunidade. Diante de um mercado globalizado crescentemente competitivo, o assunto da qualidade tem se tornado de fundamental importância no cenário econômico nacional, uma vez que os modernos processos industriais produtivos podem sofrer interrupções mais ou menos longas devido às variações momentâneas da tensão, implicando em significativas perdas econômicas. E também porque a sensibilidade dos equipamentos aos distúrbios originários do sistema elétrico tem aumentado. Por outro lado a desregulamentação do setor elétrico incorpora uma mudança na atuação das empresas brasileiras de eletricidade, que reduzindo seus custos podem aumentar seus lucros, sem que a tarifa seja modificada. Ao lado das medidas propostas de conservação de energia, os serviços de melhoria da qualidade da energia elétrica também podem ser feitos pelas concessionárias e/ou pelo PROCEL. Esta nova oportunidade de negócio, para as concessionárias, poderão ampliar os seus serviços e aumentar a sua competitividade neste mercado desregulamentado." (MARQUES et al., 2006, p. 525-526).

No caso da indústria, uma considerável parcela de ganhos de eficiência energética pode advir da análise do consumo de energia elétrica. Tal acompanhamento, associado ao bom conhecimento da legislação que regulamenta o fornecimento deste tipo de energia sempre resulta em efectiva redução de despesas.

Também é importante considerar um projeto adequado e um bom plano de manutenção das instalações elétricas que minimize as perdas, quer sejam por efeito Joule, por histerese ou por correntes de Foucault. Projetos que tendam a reduzir as correntes nos circuitos se mostram extremamente eficazes em relação a este fato.

Os sistemas operados por motores de indução devem ser objeto de uma criteriosa seleção de potência nominal e devem operar em faixas pouco superiores ao valor escolhido, de forma a apresentarem uma adequada eficiência energética e um fator de potência um pouco mais elevado.

Também os sistemas de iluminação podem ser uma fonte considerável de economia no consumo energético. A Companhia Energética do Paraná faz as seguintes recomendações aos consumidores industriais (COPEL, 2005, p. 49-50):

- máximo aproveitamento da luz natural;
- determinação de áreas efetivas de utilização;
- nível de iluminação adequado ao trabalho, solicitado conforme recomenda a Norma Brasileira NBR-5413 Iluminância de Interiores;
- circuitos independentes para utilização de iluminação parcial e por setores;
- iluminação localizada e pontos especiais como: máquinas operatrizes, pranchetas de desenho, etc.;
- sistemas que permitam desviar o calor gerado pela iluminação para fora do ambiente, visando reduzir a carga térmica dos condicionadores de ar;
- seleção cuidadosa de lâmpadas e luminárias, buscando conforto visual com mínima carga térmica ambiental;
- utilização de luminárias espelhadas, também chamadas de alta eficiência;
- seleção cuidadosa dos reatores buscando a redução das perdas e fator de potência mais alto;
- utilização de relés fotoelétricos para controlar o número de lâmpadas acesas, em função da luz natural no local (COPEL, 2005, p. 49-50).

Um considerável número de empresas nacionais operam processos que demandam equipamentos e sistemas de geração de calor, tais como fornos elétricos e estufas. “Apesar de serem considerados equipamentos de elevada eficiência, costumam apresentar perdas significativas, não só nas operações de aquecimento e fusão, como também nas chamadas operações complementares, como o carregamento, transporte do material aquecido, etc.” (COPEL, 2005, p. 69).

Portanto, é preciso estar atento às oportunidades de conservação energéticas nestes equipamentos, quais podem advir das seguintes fontes: redução de perdas inerentes ao processo produtivo, redução de perdas referentes à especificação de equipamentos e redução de perdas na operação. As principais soluções implementadas nestas áreas envolvem a seleção mais criteriosa das temperaturas de trabalho, a escolha mais adequada dos tempos de aquecimento, o desenho mais efetivo dos ciclos de aquecimento e a seleção/especificação de materiais.

Já no caso dos sistemas de geração de calor é de fundamental importância que o projeto enfoque os vários aspectos que tornem o sistema de distribuição de vapor mais eficiente. A redução de perdas de calor por isolamento térmico tem se mostrado uma solução bastante eficiente.

Quanto aos sistemas de refrigeração, ar comprimido, ar condicionado e ventilação devemos estar sempre atentos ao acionamento elétrico dos mesmos, além de verificar possíveis vazamentos e o isolamento térmico dos sistemas.

Por fim, cumpre salientar que a eficiência energética em um sistema industrial não possui apenas um componente técnico, mas também um componente administrativo. A implantação de uma política de gestão energética, desde a alta direção da empresa até o piso de fábrica é fator crucial para que se alcance a eficiência energética e os seus benefícios. Por exemplo, a implantação de uma comissão interna de conservação de energia pode ser um fator preponderante no alcance das metas de conservação de energia.

A importância do estabelecimento do programa se prende ao fato de que qualquer ação isolada tende a perder o seu efeito ao longo do tempo, por melhores resultados que apresente. Desta forma torna-se necessário o engajamento de todos os empregados/funcionários, buscando um objetivo comum, através do esforço coletivo. Por outro lado, um programa de conservação de energia exige iniciativa e criatividade, além

de ações que demandem mudanças de hábito, que é um obstáculo a ser vencido, através da própria resistência natural a mudanças, dificultando ainda mais a implantação das medidas propostas. Para contornar esses problemas de implantação, o programa interno de conservação de energia deve mostrar claramente a intenção da administração de racionalizar e otimizar o consumo de energia. Sua elaboração deve ser resultado do esforço dos diversos setores envolvidos com participação de todos os empregados. O programa interno de conservação visa a otimizar a utilização de energia através de orientações, direcionamento, ações e controles sobre os recursos econômicos, materiais e humanos, para a relação CONSUMO/PRODUTO, reduzindo os índices globais e específicos da quantidade de energia necessária para obtenção do mesmo resultado (COPEL, 2005, p. 127).

CONCLUSÃO

A sociedade moderna tem uma demanda crescente por energia. Tanto a produção, quanto a distribuição e o armazenamento de energia tem um grande impacto socioambiental. Além disto, os índices de desperdício energético ainda são muito altos. Assim sendo, a obtenção de uma maior eficiência energética, quer seja pela inovação tecnológica, quer seja pelo menor consumo ou por novas formas de desenho e gestão de processos se faz premente.

No setor industrial é cada vez mais importante controlar os gastos com energia, uma vez que os mercados estão cada vez mais competitivos e questões como a incerta disponibilidade de recursos energéticos e as restrições ambientais impõem uma grande pressão sobre os resultados econômicos dos empreendimentos. Como a energia é um fator de custo e não de resultado a manutenção da competitividade da indústria brasileira passa por atingir níveis de eficiência energética compatíveis com os internacionais.

De forma geral, o setor financeiro brasileiro tem aversão aos riscos técnicos decorrentes de novas tecnologias, as quais muitas vezes são necessárias para alcançar a eficiência energética. Por conta disto, o investimento público nas ações desta área se torna crucial. Nas últimas três décadas houve avanços consideráveis, tanto na questão da consciência

da necessidade da implantação dos programas de Eficiência energética quanto na regulação dos mesmos nas diversas políticas públicas.

A promoção da eficiência energética envolve a utilização do conhecimento de forma aplicada, empregando os conceitos da engenharia, da economia e da administração aos sistemas energéticos. Analisando-se cada um dos sistemas e equipamentos que compõem as instalações industriais é possível identificar uma série de oportunidades de ganhos em termos de eficiência energética. O aproveitamento destas oportunidades passa pelo correto dimensionamento dos equipamentos e instalações, pela sua adequada instalação e manutenção, considerando-se aspectos técnicos, ambientais e econômicos. Além dos aspectos técnicos, ações nas linhas de capacitação, financiamento, regulamentação, gestão empresarial, pesquisa e desenvolvimento e acordos internacionais se fazem necessários para a criação de um adequado ambiente de florescimento de programas de eficiência energética efetivos.

O melhor aproveitamento do potencial das instalações industriais e a redução de custos, com consequente aumento da competitividade e produtividade, são os benefícios imediatos e diretos que as empresas podem obter a partir dos programas de eficiência energética. Quanto à sociedade em geral, cumpre lembrar que a opção estratégica de investir em eficiência energética reduz as agressões ao meio ambiente, gera empregos, reduz a necessidade de investimento na construção de mais fontes de geração e garante o suprimento de energia para os novos consumidores no futuro próximo. Todo este desperdício pode e deve ser transformado em investimento social à medida que a eficiência energética contribua para o fortalecimento da economia nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. 3. ed. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689>. Acesso em: 22 ag. 2015.

_____. Ministério de Minas e Energia. *Plano Nacional de Eficiência Energética: premissas e diretrizes básicas*. Brasília: MME, 2009. 156 p.

BUCUSSI, A. A. *Introdução ao conceito de energia*. Porto Alegre; UFRGS, 2007. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n3_Bucussi.pdf>. Acesso em: 22 ag. 2015.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. *Manual de Eficiência Energética na Indústria*. Curitiba: COPEL, 2005. Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/\\$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf)>. Acesso em: 22. ag. 2015

MARQUES, M. C.; HADAD, J.; MARTINS, A. R. S. (Coord.) *Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações*. Itajubá: FUPAI, 2006. 597 p.

MARQUES, M. C.; HADAD, J.; GUARDIA, E. C. (Coord.) *Eficiência Energética: teoria & prática*. Itajubá: FUPAI, 2007. 244 p.

AUMENTO DA AUTONOMIA DE UM VEÍCULO MINI-BAJA POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DE UM CUBO DE RODA USANDO SIMULAÇÃO NUMÉRICA

*Tiago Simão Ferreira¹, Diógenes Sena de França e Silva²,
Gustavo Magela Melchiades³, Timóteo Simão Ferreira⁴, Reginaldo Alves
Almeida⁴*

Resumo: A preocupação com o consumo de combustível em automóveis tem aumentado ano após ano. Com o objetivo de reduzir esse consumo em veículos do tipo mini-Baja, o primeiro passo é estudar quais fenômenos interferem diretamente no consumo. Dentre os vários fenômenos, a resistência ao rolamento é a força que mais contribui para o consumo, quando o veículo se movimenta em velocidade constante. Dentre as possibilidades de reduzir a resistência ao rolamento, a considerada mais viável é o redimensionamento do cubo de roda. Para o redimensionamento, é necessário definir, por meio de equações analíticas, as cargas sob as rodas traseiras quando o veículo estiver sob determinados regimes de movimento. Este trabalho visa definir todas as cargas. Em seguida a análise passará de analítica para numérica e um de cubo de roda de designe comercial será simulado via elementos finitos, com a intenção de medir a tensão e a deformação resultante dessas solicitações. Com o resultado da simulação, foi possível otimizar a geometria, redimensionando o cubo de roda, para um modelo que possui massa inferior e consequentemente menor resistência de rolamento. O trabalho tornou o veículo mais econômico. A comparação entre os resultados de tensão e deformação garantiu a efetividade do processo de otimização.

Palavras-chave: Cubo de roda. Elementos finitos. Resistência ao rolamento. Autonomia.

¹ Professor do IFMG - *Campus Santa Luzia*. E-mail: tiago.simao@ifmg.edu.br

² Aluno do bacharelado em Engenharia Mecânica do IFMG - *Campus Congonhas*. E-mail: diogenes.sfs@gmail.com

³ Aluno do bacharelado em Engenharia Mecânica do IFMG - *Campus Congonhas*. E-mail: gustavommelchiades@gmail.com

⁴ Aluno do bacharelado em Engenharia Mecânica do IFMG - *Campus Congonhas*.

INTRODUÇÃO

A competição de Baja da SAE Brasil existe desde 1995 e desde então vários estudantes de universidades nacionais disputam uns contra os outros em várias provas, para que, à cada edição, uma equipe se sagre campeã nacional e ganhe o direito de representar o país em um competição internacional. Além da competição em si, o projeto Baja SAE Brasil é uma oportunidade de alunos de engenharia aplicarem o conhecimento adquirido em sala de aula. O Brasil tem como objetivo reduzir a emissão de poluentes em 35% até 2030, segundo Rovere *et al.*, (2014). Então, somando esta meta à perspectiva educacional da competição de Baja SAE Brasil, os veículos Baja se tornam um ótimo laboratório de testes, para que estudantes de engenharia ajudem o país a cumprir a meta de redução de emissão de poluentes.

Para a competição de Baja da SAE Brasil não é permitido alterar as principais configurações do motor, que poderiam resultar em um menor consumo de combustível. Segundo o regulamento da competição da SAE Brasil (2016), o motor deve ser o mesmo para todos os veículos e o mesmo não deve ser alterado, permanecendo original de fábrica. Uma vez então que não é possível alterar o motor, o necessário para diminuir o consumo de combustível é analisar em quais rotações o motor deve girar, para que ele consuma o menos possível. Aumentando assim sua autonomia.

O primeiro item deste trabalho visa conhecer melhor o motor utilizado na competição, aproveitando-se da dependência entre consumo específico, potência e torque, apresentada por Heywood (1988) e relacioná-las à equação de consumo específico do veículo, proposta Brunetti (2013). Para o primeiro item do trabalho, há também a necessidade apresentar a força de resistência ao rolamento, definida também por Brunetti (2013), uma vez que esta é a força que mais interfere na autonomia e demonstrar o quanto relevante é o peso do cubo de roda, em relação à resistência ao rolamento. Há também a necessidade, ainda no primeiro item, de caracterizar as cargas que atuam no cubo de roda, em determinadas situações: para o atual trabalho será considerado um veículo realizando uma curva, com velocidade baixa e constante, explicados por Canale (1989). Por fim, os dados adquiridos na sessão serão aplicados à uma geometria comercial de cubo de roda e este será simulado compu-

tacionalmente, para a retirada da tensão de von Misses e da deformação equivalente.

O segundo item do trabalho utilizará a tensão e a deformação resultantes da aplicação de carga no cubo de roda comercial para que seja possível alterar a geometria e o material do cubo de roda. O redimensionamento do cubo de roda tem por objetivo reduzir a massa do mesmo, enquanto a mudança de material visa encontrar um material de menor densidade que suporte as cargas necessárias, diminuindo consequentemente a resistência ao rolamento. A massa será reduzida até que se possa alcançado a maior autonomia possível, sem que haja perigo de falha do cubo de roda, tomando cuidado também a deformação equivalente. Os resultados encontrados pela simulação computacional garantirão um aumento da autonomia do veículo comprovando-se a eficácia do estudo, podendo ser utilizado em competições futuras.

METODOLOGIA

Estudo analítico dos parâmetros que interferem na resistência ao rolamento

O regulamento da competição de Baja SAE Brasil (2016) define o motor que deve ser utilizado pelas equipes da seguinte maneira: Motor de quatro tempos, monocilíndrico à gasolina, alimentado por carburador. 305 cilindradas, 10HP e torque máximo de 14,4 lb.ft. Heywood (1989) relaciona a potência com o consumo específico na Eq. (1), enquanto Leal *et al.*, (2008) relaciona a potência com o torque Eq. (2).

$$P = \frac{m_f}{scf} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$P = \frac{T2\pi n}{6000} \quad (\text{Eq. 2})$$

Canale (1989), define as cargas que se opõe ao movimento como sendo: Resistência devido à inclinação da pista, resistência do ar, resistência das forças de inércia, resistência da transmissão e resistência ao

rolamento. Com o intuito de simplificar os cálculos, a resistência de transmissão não será considerada, portanto, será assumido como 100% a eficiência da transmissão e da redução. Além disso, para um veículo que esteja em velocidade constante, em uma pista plana, é possível reduzir as cargas de resistência em somente resistência ao rolamento e resistência do ar. Desta maneira, Leal *et al.*, (2008) afirma que o torque consumido pelo veículo, pelas forças de resistência ao movimento dadas em função da velocidade pode ser quantificado pela Eq. (3):

$$T_{req} = \frac{D_{roda}}{2i_{trans}i_{red}} \left[\frac{C_d \rho_{ar} A_{front}}{2} + (f_{front} G_{front}) + (f_{tras} G_{tras}) \right] \quad (\text{Eq. 3})$$

Para o atual trabalho, foram considerados os dados de um veículo baja, representado na Tabela 1 que contém as relações de transmissão e redução, o diâmetro da roda, o coeficiente de arrasto, a densidade do ar e a área frontal, respectivamente:

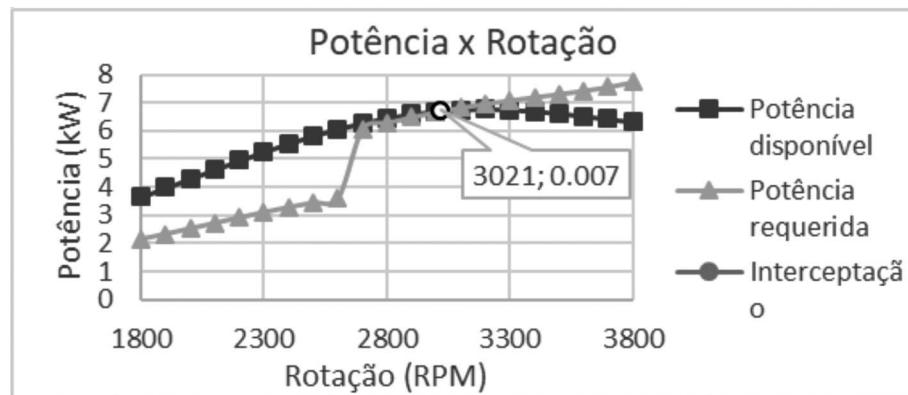
Tabela 1. Constantes e coeficientes utilizados no modelo veículo.

i_{trans}	$3,83 \geq i \geq 0,76$
i_{red}	9
D_{roda}	0,508m
C_a	0,32
ρ_{ar}	1,1225
A_{front}	2m

Fonte: Autor.

Utilizando novamente as Eq. (1), Eq. (2), Eq. (3) e também a Tabela 1, Brunetti (2013) mostra que é possível traçar a curva de potência disponível e potência requerida pela rotação, no qual é possível determinar o ponto de equilíbrio do veículo – ou seja, o ponto onde a potência disponível e a potência requerida se cruzam. Tal curva é mostrada na Figura 1. O objetivo deste estudo é calcular a autonomia do veículo neste ponto de equilíbrio, e posteriormente tentar aumentá-la o máximo possível.

Figura 1. Curva de Potência disponível e potência requerida, em relação à rotação do motor.



Fonte: Autor.

Brunetti (2013) define a Eq. (4) através da qual é possível determinar a autonomia de um veículo em função da velocidade, da potência do motor, do consumo específico e da densidade do combustível utilizado. Para o projeto Baja, a SAE (2016) exige que seja utilizado combustível comum, cuja densidade é equivalente à 0,775kg/L.

$$Autonomia = \frac{\rho v}{CeP} \quad (\text{Eq. 4})$$

A Figura 1 mostra que as curvas se cruzam na rotação de 3021rpm. A Tabela 2 apresenta os valores de velocidade, consumo específico e potência no ponto de equilíbrio, além do valor da autonomia do veículo.

Tabela 2: Grandezas do veículo no ponto de equilíbrio.

Velocidade	11,746m/s
Consumo Específico	0,508kg/kWh
Potência	6,697kW
Autonomia	9,63km/L

Fonte: Autor.

Uma vez que o objetivo do presente trabalho é aumentar a autonomia do veículo, conclui-se que para isso basta deslocar o ponto de intercepção para a direita, para o mais próximo possível do ponto onde a potência será máxima. Retornando à Eq. (3) é possível afirmar que só existem duas possibilidades de reduzir a resistência ao rolamento das rodas, segundo Brunetti (2013). A primeira seria reduzir o coeficiente de resistência ao rolamento, representado pela Eq. (5). Para o atual projeto, foi adotado o valor de 7,107 para s , que representa o solo de dureza média que retrata o cenário de utilização do veículo.

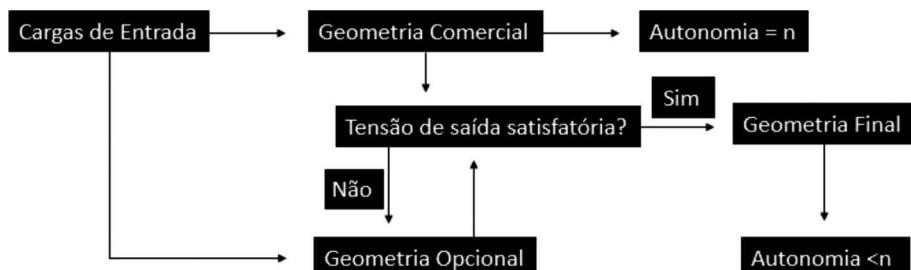
$$f = (0,0116 + 0,0000142V)s \quad (\text{eq. 5})$$

Considerando o tamanho do cubo, em relação ao tamanho da roda e a complexidade da geometria da roda, em relação à geometria do cubo, é mais barato para uma equipe dimensionar seus próprios cubos. Neste estudo será alterada a geometria do cubo e o material.

Caracterização das forças que atuam no cubo de roda de um veículo mini-baja

Para este trabalho será considerado que o veículo está em velocidade constante enfrentando uma curva, pois neste estado ele está sob o efeito de diferentes tipos de força, o que obriga que o cubo de roda suporte todas, de maneira simultânea. A Figura 2 mostra um fluxograma com os passos para o redimensionamento do cubo de roda de veículo mini Baja que será utilizado aqui como metodologia para garantir o sucesso do redimensionamento:

Figura 2. Fluxograma dos passos de redimensionamento do cubo de roda.



Fonte: Autor.

Ao realizar uma curva, o veículo fica sujeito a uma força. Essa transferência depende da altura do centro de gravidade do carro. Porém, além da geometria do carro, a velocidade também deve ser considerada. Canale (1989) afirma que a influência da velocidade é quadrática, em relação à força centrífuga. Povoa *et al.*, (2011) afirma que a aceleração centrípeta é máxima quando o veículo está no limite do tombamento lateral, que ocorre a uma certa velocidade limite. A Eq. (6) mostra a relação entre a velocidade do veículo e a força lateral.

$$Fc = \frac{mv^2}{R_c} \quad (\text{Eq. 6})$$

A velocidade limite para que o carro não tombe, quando realizar uma curva, é considerada máxima quando a massa sobre a roda interior à curva for zero, segundo Canale (1989). O mesmo autor afirma que são os eixos dianteiro e traseiro os responsáveis por equilibrar a força centrífuga. À parcela de força de cada eixo, dá-se o nome de força lateral, segundo Brunetti (2013). A Tabela 3 mostra os resultados para força lateral, para o torque e para a força peso, que serão os valores de entrada utilizados na simulação computacional.

Tabela 3. Valores de entrada para a simulação computacional.

Torque	368,591552Nm
Força Lateral	989,035N
Força Peso	1501,340N

Fonte: Autor.

Simulação computacional de um cubo de roda comercial

O processo de simulação é um processo de aproximação, tal como afirma Bosch (2005). Uma maneira de diminuir esta divergência de resultados é aplicando um controle de malha, como afirma Alves (2012). Cada malha possui uma geometria e uma quantidade de graus de liberdade.

O tamanho da malha escolhido levou em consideração a aproximação entre a geometria da peça convencional – mostrado na Figura 3 – e a geometria da peça discretizada, como sugere Alves (2012). O resultado do modelo discretizado pode ser visto também na Figura 3, juntamente com o detalhe da malha, enquanto os dados da malha estão detalhados na Tabela 4.

Figura 3. Modelo convencional do cubo de roda comercial.



Fonte: Autor.

A Tabela 4 apresenta a relação de números de elementos, nós e o tamanho médio dos elementos usados na construção desse modelo.

Tabela 4. Número de nós e de elementos do modelo comercial discretizado.

Número de elementos	471603
Número de nós	57767
Tamanho dos elementos	1mm

Fonte: Autor.

A Tabela 5 apresenta as propriedades do material do cubo de roda comercial, composto por ferro fundido cinzento. A Figura 4 apresenta as condições de contorno do estudo proposto, como propõe Budynas *et al.*, (2011).

Tabela 5. Propriedades do material do cubo de roda.

Módulo elástico	66178,1MPa
Coeficiente de Poisson	0.27
Massa específica	7200kg/m ³
Limite de ruptura	151,66MPa

Fonte: Autor.

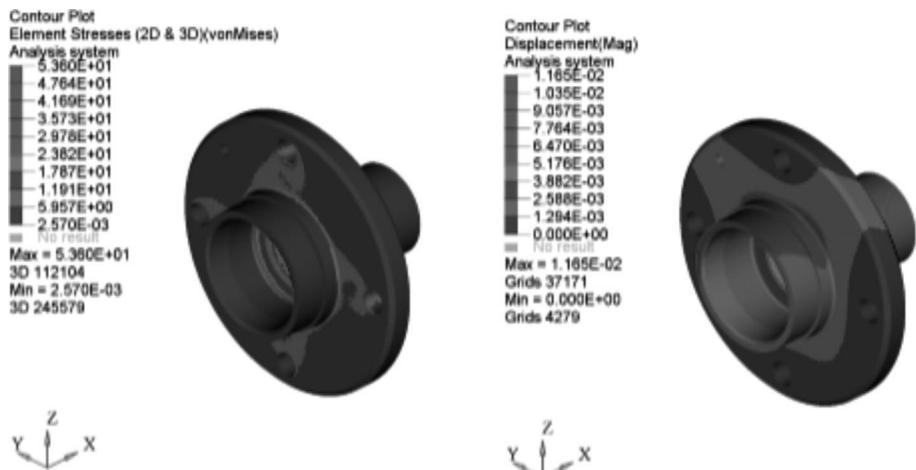


Figura 4. Condições de contorno para o cubo sujeito à curva.

Fonte: Autor.

Os resultados das simulações do cubo de roda comercial podem ser vistos na Figura 5, enquanto os valores máximo da tensão de Von Misses e do deslocamento máximo podem ser vistos na Tabela 6. O fator de segurança é definido por Hibbeler (2010) como sendo a razão entre a tensão limite de ruptura e a tensão máxima encontrada no modelo. Comparando com o limite de ruptura do material – disponível na Tabela 5 – com o fator de segurança que é no mínimo 2,83, fica explícito a possibilidade de se reduzir a razão entre a tensão de ruptura e a tensão máxima.

Figura 5. Resultados da tensão de von Misses e deslocamento máximo do cubo de roda comercial.



Fonte: Autor.

Tabela 6. Valores máximos de tensão de von Misses e deformação equivalente.

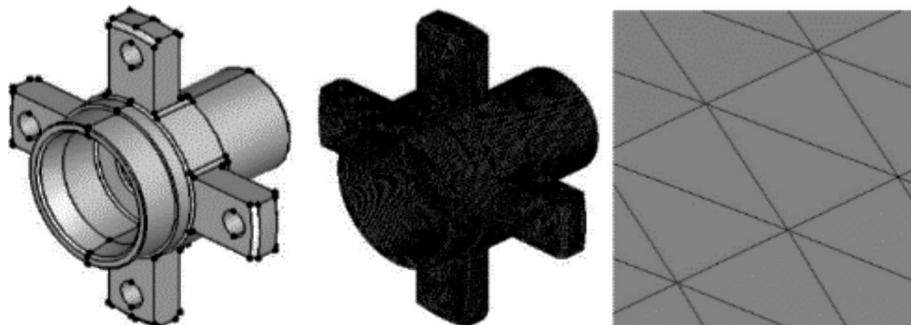
Von Misses máximo	53,60MPa
Deslocamento máximo	0,01165mm

Fonte: Autor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram redimensionadas as áreas onde a tensão eram muito baixas. Essas áreas foram eliminadas da peça, pois o estudo apresentado no presente trabalho, que pode ser visto na Figura 5, mostrou serem desnecessárias. A nova geometria do cubo de roda, denominado cubo de roda opcional é mostrado na Figura 6, tal como sua versão discretizada e um detalhe na geometria superficial da malha que não foi alterada, em relação ao modelo do cubo comercial, enquanto os dados da malha estão detalhados na Tabela 7. Optou-se novamente por um tamanho de malha constante, pelos mesmos motivos do modelo comercial.

Figura 6. Modelo opcional do cubo de roda.



Fonte: Autor.

Tabela 7. Número de nós e de elementos do modelo opcional discretizado.

Número de elementos	332712
Número de nós	39421
Tamanho dos elementos	1mm

Fonte: Autor.

Devido à diminuição do volume do cubo de roda, que antes era $0,00018896\text{m}^3$, no modelo comercial para $0,00011942\text{m}^3$ no modelo opcional, a quantidade de nós e de elementos – para o tamanho de nó de 1mm – são menores. Além da mudança do volume, houve também mudança no material da peça: Trocou-se o ferro fundido cinza por uma liga de alumínio que tem suas propriedades mostradas na Tabela 8.

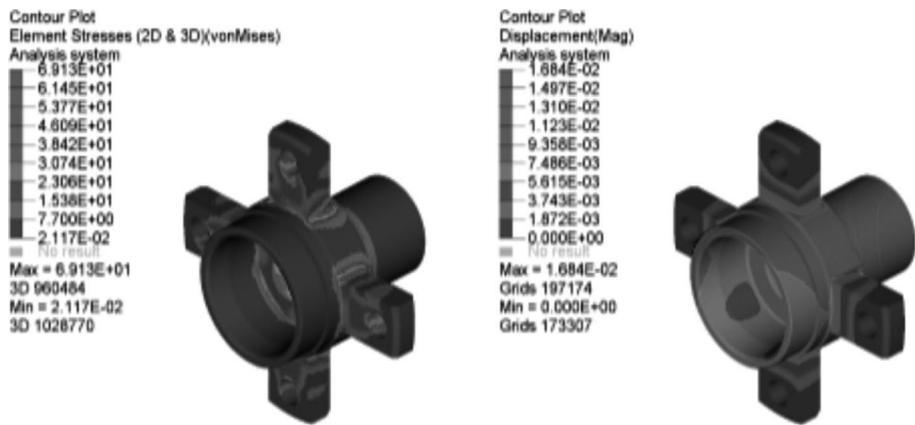
Tabela 8. Propriedades da liga de alumínio.

Módulo elástico	69000MPa
Coeficiente de Poisson	0.33
Massa específica	2700kg/m ³
Limite de escoamento	177,68MPa

Fonte: Autor.

A mudança no volume e na densidade do material resultou em uma redução da massa do cubo de roda. O modelo comercial possui massa de 1,360kg enquanto o modelo opcional possui massa de 0.322kg. Uma redução de 76,32% na massa do cubo de roda. Mesmo com a redução de massa, foram mantidas as mesmas cargas, mantendo as condições de contorno idênticas à do geometria comercial. O resultado da tensão e da deformação são mostrados na Figura 7, enquanto os valores máximos são mostrados na Tabela 9.

Figura 7. Resultados da tensão de von Misses e deslocamento máximo do cubo de roda opcional.



Fonte: Autor.

Tabela 9. Valores máximos de tensão de von Misses e deformação equivalente.

Von Misses máximo	69,13MPa
Deformação máxima	0,01684mm

Fonte: Autor.

A tensão máxima continua abaixo do limite de escoamento do material, porém o fator de segurança diminuiu: de 2,83 para 2,57. Um fator de segurança mais baixo garante o não superdimensionamento da peça,

o pode ser traduzido em maior aproveitamento mecânico. Lembrando que quanto maior o fator de segurança, maior também a massa do cubo de roda e maior a resistência ao rolamento. Apesar de mais próximo ao limite, o fator de segurança não preocupa, pois não está totalmente correto. O valor real do fator de segurança é um pouco maior, já que nos cálculos apresentados neste trabalho não foi considerada a resistência ao movimento por causa da eficiência mecânica, nem foi utilizada a velocidade real do veículo, considerando o escorregamento entre pneu/solo.

A alteração na geometria do cubo de roda e em seu material resultou consequentemente em uma redução da massa não suspensa do veículo. O peso sobre a roda traseira esquerda que era com o cubo comercial 762,191N, passou à 752,008N uma redução de 10,183N. Como resultado dessa diminuição da carga não suspensa, reduz-se também a resistência ao rolamento. A rotação máxima do cubo de roda comercial foi menor que a rotação máxima do cubo de roda opcional 42 rpms, o que corresponde à 1,37% à mais. A potência máxima subiu de 6,697kW para 6,721kW o que corresponde a um aumento de 0,357%. Como pode ser visto na Figura 8 que mostra o resultado da nova resistência ao rolamento, em relação à potência requerida, na qual é possível perceber que houve realmente um deslocamento no ponto de intersecção, como já era previsto. Os novos valores de velocidade, consumo específico e potência no novo ponto de equilíbrio, além do valor da autonomia do veículo, neste ponto são apresentados na Tabela 10.

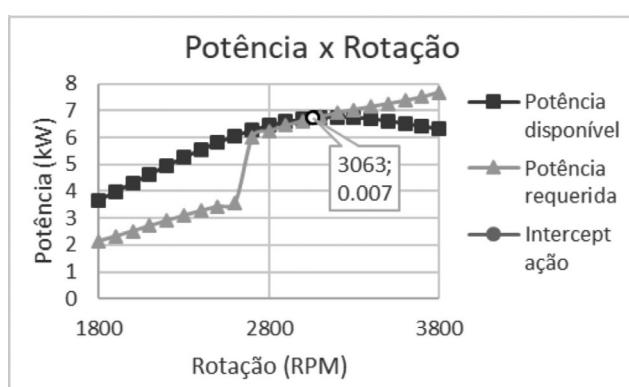


Figura 8. Curva de Potência disponível e potência requerida, em relação à rotação do motor.

Fonte: Autor.

Tabela 10. grandezas do veículo no novo ponto de equilíbrio.

Velocidade	11,909m/s
Consumo Específico	0,507kg/kWh
Potência	6,721kW
Autonomia	9,75km/L

Fonte: Autor.

A Tabela 10 comprova o aumento da autonomia do veículo, com o redimensionamento do cubo de roda, tal como previsto. A autonomia do veículo, utilizando o cubo de roda comercial é de 9,63km/L, enquanto com a utilização do cubo de roda opcional é de 9,75km/L, o que representa um aumento de 1,246% na autonomia do veículo, ou em número, 120m à mais para cada litro de combustível consumido pelo veículo. Considerando que o tanque dos veículos mini-baja possuem, por padrão, segundo o regulamento da SAE (2016) 3L, então o veículo equipado com o cubo de roda opcional rodaria 360m à mais, à cada tanque de combustível.

CONCLUSÕES

À primeira vista, os novos valores são pouco diferentes do anteriores, o que poderia colocar em questionamento a viabilidade do processo. Porém apesar de baixos valores de redução, o resultado é considerado satisfatório, uma vez que a alteração da geometria do cubo de roda não é a única possibilidade de redução da resistência ao rolamento, mas é a mais fácil de se aplicar. Vale aqui ressaltar que seria também uma possibilidade alterar o material do cubo de roda, para que fosse possível reduzir a massa, sem precisar diminuir tanto o fator de segurança.

AGRADECIMENTO

Os autores gostariam de agradecer o auxílio dos membros da equipe de Bajaço, o apoio do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus Congonhas* e também o apoio da Altair Brasil pela contribuição à realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSCH, R. 2005. *Manual de Tecnologia Automotiva*. 25. ed. São Paulo: Blucher. p. 190-196;749.
- BRUNETTI, F. 2013. *Motores de Combustão Interna*. 3. ed. Vol. 1. São Paulo: Blucher. p. 223-250.
- BUDYNAS, R., NISBET, J. K., 2011. *Elementos de Máquinas de Shigley – Projeto de Engenharia Mecânica*. 8. ed. Porto Alegre: AMGH. p. 963-971.
- CANALE, A. C. 1989. *Automobilística Dinâmica e Desempenho*. 10. ed. São Paulo: Érica. p. 57-77.
- FILHO, A. A. *Elementos Finitos – a Base da Tecnologia Cae – Análise Não Linear*. 1. ed. São Paulo: Érica.
- HEYWOOD, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. 1. ed. McGraw-Hill Education. p. 42-52.
- HIBBEKER, R. C. *Resistência Dos Materiais*. Pearson Education.
- LEAL, L. C. M., NICOLAZZI, L. C. e ROSA, E, 2008. *Uma introdução à modelagem quase estática de veículos automotores de rodas*. Publicação interna do GRANTE - Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC. SC, Brasil. p. 43-76.
- POVOA, A. H., NACIF, G. C. L., CHRISTOFORO, A. L., DIAS, A. M. S., PANZERA, T. H. 2011. *Avaliação numérica do emprego de geometria alternativa na elaboração do flange de roda de um protótipo off-road mini-baja*.
- ROVERE, E. L. L., WILLS, W. 2014. *Eficiência energética e emissões de gases de efeito estufa (GEE)*.
- SAE Brasil (RBSB5). *Requisitos Gerais do Veículo*. Emenda 3. 2016.

A AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS SOB A ÓTICA DE DISCENTES DO PRIMEIRO ANO DA LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO BÁSICA DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA - PORTUGAL

*Guilherme Henrique Rezende Bittencourt¹, Gisélia Maria Campos Ribeiro²,
Adorinda Maria R. P. Santos Gonçalves³*

Resumo: Este trabalho é fruto de uma pesquisa empreendida no âmbito do programa de mobilidade acadêmica Internacionaliza IFMG. Inicialmente, pretendia-se compreender as concepções de discentes do primeiro ano da Licenciatura em Educação Básica do Instituto Politécnico de Bragança a respeito do papel da avaliação no processo de ensino-aprendizagem e as relações dessas concepções com os significados que os discentes atribuem aos processos de ensino e aprendizagem. Pôde-se identificar múltiplas interpretações sobre o significado e as finalidades da avaliação, as quais, em síntese, se dividem em dois grupos: de um lado encontram-se as concepções que demonstram reconhecer a natureza didático-pedagógica associada à avaliação; do outro, aquelas que a reduzem a um instrumento de caráter meramente punitivo e classificatório. Identificou-se que as diferentes concepções de avaliação possuem por trás de si distintos modos de significar os processos de aprendizagem.

Palavras-chave: Avaliação. Ensino. Aprendizagem. Licenciatura em educação básica.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho é fruto de uma pesquisa, de natureza qualitativa, realizada no Instituto Politécnico de Bragança (IPB - Portugal), no âmbito da mobilidade acadêmica de um discente de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Campus Congonhas (IFMG - Brasil). Nesse contexto, motivados pela relevância do papel da avaliação e por sua indissociável relação com

¹ Licenciando em Física pelo IFMG - Campus Congonhas. E-mail: guilhermehenrique.r.b@hotmail.com

² Professora do IFMG - Campus Congonhas

³ Professora da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança.

os processos de ensino e de aprendizagem, os autores deste trabalho se propuseram a investigar concepções de docentes e discentes de cursos de formação de professores do IPB a respeito do papel da avaliação no processo de ensino e aprendizagem. De modo específico, este trabalho pretende refletir sobre as concepções que discentes do primeiro ano da Licenciatura em Educação Básica (LEB) manifestaram sobre os significados da avaliação.

Dinamismo e complexidade são atributos intrínsecos ao processo de ensinar e aprender. Cada discente mostra-se único no modo como concebe e interpreta o universo ao seu redor e os fenômenos que nele ocorrem. Destarte, conduzir sua práxis de modo consonante com as potencialidades, fragilidades e necessidades específicas de cada aluno constitui um grande desafio para o trabalho docente. Não obstante, o professor tem ao seu dispor um instrumento que funciona como “bússola” do processo de ensino e aprendizagem que permite a ele e aos discentes que se orientem, reorientem e logrem êxito, a saber: a avaliação das aprendizagens (LIBÂNEO, 1990: 196).

Rica em significados, a avaliação é usualmente identificada com três aspectos/funções, nomeadamente: diagnóstico (ou inicial), formativo (ou formador) e somativo (ou final) (COLL *et al.*, 2004: 372-373).

Compreende-se a avaliação diagnóstica como aquela empregada no início de um período/ano letivo ou, em geral, antes de se iniciar uma determinada unidade didática. Assim, torna-se possível ao professor adaptar as ferramentas e os métodos de ensino a serem empregados às potencialidades, fragilidades e necessidades específicas de seus alunos diagnosticadas por meio da avaliação inicial (COLL, *et al.*, 2004: 372-373).

A avaliação formativa é concebida como aquela que perpassa todos os momentos do processo de ensino-aprendizagem e, portanto, não se trata de uma avaliação pontual, mas contínua. Por conseguinte, enquanto reguladora do processo de ensinar e aprender, a avaliação formativa propicia tanto ao professor como aos alunos condições de se orientarem e reorientarem ao longo do extenso e sinuoso caminho por eles trilhado (COLL *et al.*, 2004: 372-373).

Entende-se por avaliação somativa aquela que é aplicada no final de um período ou unidade didática com o fim de se verificar as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos ao longo desse período, bem como a qualidade dos métodos de ensino empreendidos pelo professor. Em mui-

tos casos, os resultados de uma avaliação somativa são emitidos na forma de um juízo de valor de natureza quantitativa, os quais, comumente, determinam a aprovação ou reprovação dos discentes (COLL, et al., 2004: 372-373).

Não obstante seja comum a diferenciação da avaliação nas três funções mencionadas anteriormente (diagnóstica, formativa e somativa), evidenciando a complexidade e a riqueza intrínsecas ao ato de avaliar, estes três aspectos se inter-relacionam e se entrelaçam ao longo do processo de ensino e aprendizagem, de modo que uma dada avaliação pode apresentar simultaneamente características de uma ou mais dessas funções (COLL et al., 2004: 373).

A despeito de sua fundamental importância e relevância, a avaliação é, frequentemente, reduzida a um instrumento de caráter meramente punitivo e classificatório. Nesse contexto, Libâneo (1990) afirma que um erro comum é:

[...] tomar a avaliação unicamente como o ato de aplicar provas, atribuir notas e classificar os alunos. O professor reduz a avaliação à cobrança daquilo que o aluno memorizou e usa a nota somente como instrumento de controle. Ainda hoje há professores que se vangloriam por deter o poder de aprovar ou reprovar. (LIBÂNEO, 1990: 198).

Coll et al. (2004) utiliza a terminologia “cultura do teste” para se referir a esse modo reducionista de se conceber o significado da avaliação e advoga que

[...] essa cultura avaliadora reduz a avaliação à avaliação cumulativa, além disso retendo desta basicamente sua função de certificação e de garantia das aprendizagens alcançadas pelos alunos ou seu uso para o controle social da educação e do ensino. (COLL et al., 2004: 376).

Em oposição à “cultura do teste”, apresenta-se outro modo de se interpretar o papel da avaliação, cuja principal característica é:

[...] a prioridade atribuída à função pedagógica e didática, o que leva logicamente a vincular a avaliação aos processos de ensino e aprendizagem sobre cujos êxitos pretende informar. Tal vinculação

se produz em duplo sentido: por um lado, a avaliação estende-se ao conjunto do processo de ensino e aprendizagem, sendo realizada tanto no início do processo como durante e na sua conclusão; por outro, as atividades e as tarefas de avaliação são planejadas e desenvolvidas de maneira que prolongam e reproduzem as características das atividades e das tarefas de ensino e aprendizagem, em vez de diferenciar-se claramente delas. (COLL *et al.*, 2004: 376).

Portanto, contrapondo-se à concepção de avaliação como entidade externa ao processo de ensino-aprendizagem, significada unicamente no ato de verificar conhecimentos, atribuir notas e classificar os alunos, apresenta-se uma avaliação *de caráter qualitativo mais do que quantitativo, multidimensional mais do que unidimensional e dinâmica mais do que estática* (COLL *et al.*, 2004: 376), que integra os processos de ensino e aprendizagem, perpassando-os contínua e constantemente.

Em consonância com essa postura reflexiva diante dos processos de avaliação, Libâneo (1990) advoga que:

A avaliação é uma tarefa didática necessária e permanente do trabalho docente, que deve acompanhar passo a passo o processo de ensino e aprendizagem. Através dela, os resultados que vão sendo obtidos no decorrer do trabalho conjunto do professor e dos alunos são comparados com os objetivos propostos, a fim de se constatar progressos, dificuldades, e reorientar o trabalho para correções necessárias. (LIBÂNEO, 1990: 195).

Uma vez que avaliação e aprendizagem estão estreitamente relacionadas e conectadas, as concepções que se têm a respeito da primeira (avaliação) são indissociáveis daquelas que se têm a respeito da segunda (aprendizagem). Portanto, as interpretações que reduzem a avaliação a um instrumento de atribuição de notas e classificação dos alunos e aquelas que reconhecem a natureza didático-pedagógica da avaliação estão associadas a respectivas interpretações igualmente contrapostas do significado dos processos de aprendizagem. Assim, Coll *et. al* (2004) advoga:

[...] enquanto a primeira [cultura] reflete tipicamente uma concepção quantitativa e cumulativa da aprendizagem, apoiada na tradição associacionista e nos modelos psicológicos behavioristas ou neobehavioristas, a segunda apoia-se antes, igualmente de forma típica, em uma concepção de aprendizagem como processo que

implica mudanças qualitativas na natureza e na organização dos conhecimentos e das capacidades dos alunos, na linha das posições psicológicas de inspiração cognitivista e construtivista. (COLL *et al.*, 2004: 376).

Portanto, as concepções que se apresentam a respeito da avaliação refletem e, também, afetam as concepções que se têm sobre o significado da aprendizagem. Assim, ao utilizar a avaliação como um instrumento estritamente punitivo e classificatório, o docente, além de refletir uma concepção behaviorista do significado da aprendizagem, produz e reforça nos discentes esse modo de se interpretar a aprendizagem. Por conseguinte, a utilização da avaliação como ferramenta de “adestramento” dos alunos, reproduz neles uma concepção de aprendizagem como mera habilitadora da aprovação para um nível posterior do sistema de ensino. Assim, torna-se comum entre os alunos a prática de *estudar para uma nota ao invés de estudar para aprender de uma forma significativa* (MARTINS e SANTOS, 2016: 399).

Por outro lado, ao utilizar a avaliação reconhecendo o seu caráter contínuo e processual, bem como sua função didático-pedagógica, o docente reflete uma concepção do processo de aprendizagem marcada pelas correntes construtivistas, o que repercute no modo como os discentes lidam com a aprendizagem, tendendo a interpretá-la como contínua, processual, significativa e útil (COLL *et al.*, 2004: 376-377).

Nesse contexto, por meio da análise das respostas que discentes do primeiro ano da LEB do IPB deram diante de um questionário a eles proposto, pretendia-se: (1) compreender as concepções dos discentes sobre o significado e sobre as finalidades da avaliação das aprendizagens; (2) identificar os instrumentos e métodos de avaliação presenciados pelos discentes no contexto de seus respectivos cursos de formação; (3) conhecer os métodos e instrumentos de avaliação que os discentes pretendem utilizar quando forem professores e em que medida as metodologias de avaliação por eles vivenciadas no contexto da LEB influenciam o modo como eles pretendem avaliar seus alunos no futuro; (4) conhecer a postura dos discentes em relação aos resultados de uma avaliação, isto é, que implicações os resultados de uma avaliação têm sobre o comportamento e as medidas tomadas por eles; (5) compreender as concepções dos discentes a respeito do significado da aprendizagem e em que medida essas concepções se relacionam com suas concepções sobre a avaliação.

METODOLOGIA

A pesquisa realizada, cujos resultados apresentar-se-ão aqui, possui natureza qualitativa e, assim, “reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos que compõem o contexto da pesquisa” (BOGDAN, 1994: 51).

De modo geral, a pesquisa como um todo, tem como objetivo investigar como concebem o papel da avaliação docentes e discentes do curso de LEB e dos mestrados em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico e Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências da Natureza do 2º Ciclo do Ensino Básico do IPB. No entanto, de modo específico, este trabalho se concentra em dados preliminares que permitem a análise das concepções de discentes do primeiro ano da LEB a respeito do papel da avaliação das aprendizagens e suas relações com os significados por eles atribuídos aos processos de aprendizagem.

Para a realização da pesquisa, tomou-se uma amostra aleatória de oito alunos do primeiro ano da LEB, seis do sexo feminino e dois do sexo masculino. Discentes do primeiro ano da LEB foram escolhidos nessa fase inicial da pesquisa com o fim de que fosse possível compreender as concepções de alunos que se encontram no início da formação e, em estudos futuros, compará-las às concepções dos alunos que se encontram nos anos finais. Além disso, pretendia-se efetuar a validação do instrumento de coleta de dados a ser utilizado nas próximas etapas da pesquisa, isto é, desejava-se constatar as potencialidades e fragilidades do instrumento de coleta de dados utilizado, com o fim de que pudesse ser aperfeiçoado para as etapas futuras da pesquisa.

Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se um questionário com oito questões abertas. Questões abertas foram elaboradas com o fim de que os discentes pudessem expressar livremente suas opiniões, pois, assim, tendem a tornarem-se evidentes múltiplas interpretações relacionadas ao dinâmico e complexo ato de avaliar.

As respostas dadas pelos discentes foram submetidas à análise de conteúdo e organizadas em tabelas que apresentam categorias em que as concepções identificadas se enquadram.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao responderem a primeira questão, que indagava quanto ao significado da avaliação das aprendizagens, os discentes A2 e A6 reduzem a avaliação à sua função somativa, concebendo-a como um instrumento de atribuição de notas e classificação dos alunos, o que pode ser visto na resposta do discente A2: “Avaliar é dar uma nota, daquilo que o aluno fez durante um determinado tempo”.

Os discentes A1, A3 e A4 demonstram conceber a avaliação como um instrumento de teste e de verificação dos conhecimentos dos alunos e do cumprimento ou não dos objetivos pré-estabelecidos, como pode ser percebido na resposta do discente A3: “Avaliar é ver se as pessoas em si cumpriu os objetivos que lhes foram dados [...]”.

O discente A5 demonstra uma concepção do ato de avaliar como uma espécie de diagnóstico do “[...] estado em que as pessoas estão a qualquer nível [...]”, o que revela uma compreensão da função formativa da avaliação das aprendizagens.

O discente A7, além de advogar a presença nas aulas como critério de avaliação, apresenta a autoavaliação como uma prática importante, o que revela uma compreensão de que, para o bom andamento do processo de ensino-aprendizagem, é necessário que os alunos reflitam sobre o próprio desempenho.

De modo semelhante aos discentes A2 e A6, o discente A8 define a avaliação como um processo de atribuição de notas mediante os resultados dos testes. Não obstante, demonstra discordar desse modo de se empregar a avaliação ao alegar que “[...] é limitante tanto para o aluno como o professor pois as avaliações são feitas em períodos de tempo que na minha opinião não são os melhores.”

O Quadro 1 sintetiza as categorias em que as respostas que os discentes deram à primeira questão se enquadram.

Vale ressaltar que, ao longo do texto, serão apresentadas tabelas que categorizam as respostas dos discentes para cada uma das oito questões. No entanto, devido à diversidade de opiniões e concepções a respeito do significado da avaliação das aprendizagens, uma resposta pode se enquadrar em mais de uma categoria.

Quadro 1. Categorização das respostas dos discentes à primeira questão.

Questão 1: Como você definiria a avaliação das aprendizagens, isto é, em sua opinião, o que é avaliar?	
Categoria	Alunos
Reduzem a avaliação à sua função somativa.	A2, A6 e A8
Reconhece a avaliação como uma espécie de diagnóstico da aprendizagem (dimensão formativa).	A5
Significam a avaliação como verificação dos conhecimentos dos alunos e do cumprimento dos objetivos pré-estabelecidos.	A1, A3 e A4
Advoga a utilização da autoavaliação e da avaliação da presença dos alunos nas aulas.	A7

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

No que se refere à segunda questão, que indagava a respeito das finalidades da avaliação, os discentes evidenciaram concepções do ato de avaliar predominantemente pautadas em seu aspecto somativo, bem como na atribuição de notas e classificação dos alunos. Essa ênfase na atribuição de notas e no caráter classificatório da avaliação pode ser vista na resposta dada por A2: “Avaliação serve para avaliar o aluno, se o aluno em causa é bom ou mau. Dando depois uma nota dada pelo professor”.

Em alguns momentos, porém, os discentes aparentam reconhecer aspectos da natureza formativa da avaliação, ao vê-la como um instrumento regulador do processo de aprendizagem, o que pode ser notado na resposta do discente A1, que alega que a avaliação serve também para verificar se os alunos “[...] conseguem aprender bem e se tem os conteúdos essenciais bem claros.”.

As respostas dadas à questão 2 evidenciam concepções da avaliação como um ato unilateral que procede do professor e vai em direção aos alunos. Tal modo de se interpretar o ato de avaliar diverge da ideia de que a avaliação fornece um diagnóstico não apenas a respeito da aprendizagem dos alunos, mas também a respeito da qualidade do ensino do professor (LIBÂNEO, 1990: 197).

Além disso, é possível notar que – salvaguardando a menção feita pelo discente A7 a respeito da autoavaliação quando respondeu a questão 1 – os discentes interpretam a avaliação como uma ferramenta que está unicamente a serviço do professor, ao invés de interpretá-la como sendo

também um instrumento por meio do qual os alunos podem avaliar a si mesmos e reorientar a sua postura no processo de aprendizagem.

A análise das respostas à questão 2 revela que todos os discentes demonstraram conceber a avaliação como algo que se realiza de maneira pontual, como se a avaliação fosse uma entidade independente e externa ao processo de ensino e aprendizagem utilizada em momentos específicos com fins de verificar e testar os conhecimentos dos alunos. Tal concepção diverge da ideia de avaliação como um processo contínuo e permanente que perpassa todos os momentos do dinâmico e complexo processo de ensinar e aprender (LIBÂNEO, 1990: 203).

O Quadro 2 a seguir apresenta, de modo sintético, uma categorização das respostas dos discentes à segunda questão.

Quadro 2. Categorização das respostas dos discentes à segunda questão.

Questão 2: Em sua concepção, para que serve a avaliação, isto é, quais são seus objetivos?	
Categoria	Alunos
Concebem a avaliação como ato unilateral que parte do professor e vai em direção aos alunos.	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8
Concebem a avaliação como algo que se realiza de maneira pontual (não contínua/não processual).	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8
Enfatizam os aspectos somativo, de atribuição de notas e/ou de classificação dos alunos.	A1, A2, A7 e A8
Reconhecem atribuições formativas da avaliação.	A1 e A4
Significam a avaliação como ferramenta de verificação de conhecimentos.	A3, A5, A6 e A7

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Mediante a análise das respostas dadas à terceira questão, que indagava sobre os instrumentos de avaliação utilizados pelos professores, verifica-se que os discentes vivenciam ao longo de sua formação no curso de Licenciatura em Educação Básica (LEB) os seguintes elementos de avaliação: testes, trabalhos individuais, trabalhos em grupo, frequência e, além disso, atitudes e valores, como responsabilidade, pontualidade e participação nas aulas.

Pode-se notar que há diversidade nos instrumentos de avaliação utilizados pelos professores do 1º ano da LEB. Além disso, percebe-se a existência de formas de avaliação que enfatizam aspectos sociais e comportamentais, para além de aspectos estritamente conteudistas. Assim, pode-se notar nos professores do 1º ano da LEB uma valorização pela formação integral de seus alunos, ao levarem em conta os aspectos humano, social, ético e comportamental.

O Quadro 3 a seguir apresenta uma categorização das respostas dos discentes à terceira questão.

Quadro 3. Categorização das respostas dadas pelos discentes à terceira questão.

Questão 3: Ao longo de sua formação nos cursos de formação docente do IPB, como seus professores avaliaram e avaliam sua turma? Quais instrumentos e métodos de avaliação eles utilizam?	
Categoria	Alunos
Testes	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8
Trabalhos individuais/em grupo	A1, A2, A3, A4 e A5
Atitudes e valores	A3, A4, A5 e A6

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

No tocante à quarta questão – que indagava a respeito das percepções que os discentes têm a respeito do modo como seus professores concebem a avaliação – nota-se que os discentes interpretam as concepções de seus professores como semelhantes às suas próprias concepções. Esse fato sugere que as concepções que os discentes têm a respeito da avaliação das aprendizagens são reflexos do modo como eles interpretam as concepções de avaliação que seus professores evidenciam por meio das formas como a utilizam.

O discente A1 apresenta a ideia de que seus professores veem a avaliação como um instrumento útil para verificar se os alunos estão preparados para exercer o papel de professor, isto é, se estão se desenvolvendo adequadamente para a profissão para a qual o curso de LEB, enquanto curso de formação inicial de professores, pretende preparar.

Os discentes A2, A4 e A6 demonstram interpretar as concepções de seus professores a respeito da avaliação como estando intrinsecamente associadas à atribuição de notas e à classificação dos alunos, o que pode ser visto na resposta de A4: “Os professores dão bastante importância à avaliação pois é através dela que nos passam e reprovam, tendo em conta as novas capacidades testadas ao longo do semestre”.

Os discentes A5 e A8 interpretam as concepções de avaliação dos seus professores como estando estritamente vinculadas a um processo de verificação e mensuração dos conhecimentos dos alunos.

O discente A8 alega que “[...] o professor dá muita importância à avaliação, faz ênfase aos conteúdos que sairão na frequência. Tudo gira à volta da avaliação”. Ao afirmar que “tudo gira à volta da avaliação” o discente alega que o processo de ensino e aprendizagem é conduzido como se as avaliações estivessem em seu centro e, assim, os momentos de aprendizagem vivenciados acabam funcionando, segundo ele, como uma espécie de preparação para o dia da avaliação.

Os discentes A3 e A7 apresentam respostas sucintas nas quais apenas demonstram estarem satisfeitos com o modo como seus professores interpretam a avaliação.

No Quadro 4 a seguir apresenta-se uma categorização das respostas dadas diante da quarta questão.

Quadro 4. Categorização das respostas dadas pelos discentes à quarta questão.

Questão 4: Na sua opinião, como seus professores interpretam o papel da avaliação?	
Categoria	Alunos
Identificam a seguinte concepção: Avaliação como instrumento de atribuição de notas.	A2, A4 e A6
Identificam a seguinte concepção: Avaliação como ferramenta de verificação do desenvolvimento das habilidades dos alunos para o desempenho da função docente.	A1
Identificam a seguinte concepção: Avaliação como instrumento de verificação e mensuração de conhecimentos	A5 e A8
Identificam a seguinte concepção: Avaliação significada como centro do processo de aprendizagem.	A8
Simplesmente alegam estarem satisfeitos com o modo como seus professores avaliam.	A3 e A7

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Em relação à questão 5 – que indagava a respeito dos instrumentos de avaliação que os discentes pretendem utilizar no futuro, quando atuarem como professores – de um modo geral, os discentes apresentam a intensão de utilizar instrumentos de avaliação semelhantes aos que vivenciam ao longo do curso de LEB. Esse fato sugere que os métodos de avaliação vivenciados pelos discentes ao longo de sua formação moldam suas concepções sobre o papel do ato de avaliar e influenciam o modo como eles avaliarão seus alunos no futuro. Nota-se, assim, que as experiências avaliativas vivenciadas pelos discentes ao longo de sua formação refletem intensamente nos métodos de avaliação que utilizarão quando atuarem como professores.

Os discentes A1 e A7 demonstram, em certa medida, valorizar o aspecto processual da avaliação das aprendizagens, o que pode ser exemplificado pela resposta do discente A7: “Pretendo avaliar os meus aluno através do progresso deles nas salas de aula, a maneira como realizam as tarefas [...].” Nessa resposta, pode-se notar uma valorização pelo processo de desenvolvimento de atividades e não apenas pelo produto final.

O discente A1, contudo, apresenta também em sua resposta a ideia de que pretende utilizar a avaliação como forma de recompensar alunos que tenham mostrado um bom desempenho, como pode ser visto a seguir: “[...] acho importante contar para avaliar cada trabalho, pois os alunos mostram esforço a fazê-lo, devem ter uma pequena recompensa [...].” Essa resposta parece sugerir uma concepção behaviorista do processo de aprendizagem, ao apresentar a avaliação como uma espécie de ferramenta de adestramento dos alunos, na medida em que o ato de “dar pontos” é visto como uma recompensa que estimula a aprendizagem. Desse modo, *como o processo de verificação de aprendizagem se torna artificial, ela passa a ser estimulada por meio de prêmios e punições, pela competição dos alunos, submetidos a um sistema classificatório* (ARANHA, 2006: 224).

Os discentes A1, A2, A3, A4, A5 e A6 apresentam a intensão de, quando atuarem como professores, utilizarem como elementos de avaliação ferramentas como: testes, trabalhos individuais, trabalhos em grupo, frequência, bem como atitudes e valores

O discente A4, além das formas de avaliação mencionados anteriormente, apresenta a intensão de utilizar testes surpresa por julgá-los

mais eficazes no processo de verificação de conhecimentos. Aparentemente, este discente reconhece como real e comum a postura dos alunos de “estudar para o teste” e comprehende que o resultado disso é uma aprendizagem mecânica, motivada pela classificação e sob a ameaça da reprovação. Assim, comprehende que um bom resultado num teste não necessariamente é reflexo de uma aprendizagem significativa. Portanto, o discente enxerga nos “testes surpresa” uma solução para esse problema.

O discente A8 afirma: “Sou contra a avaliação dos alunos, não pretendo avaliar os meus alunos pois acredito noutro tipo de abordagem não tão limitadora e desmoralizante para o aluno”. Apesar de se opor aos métodos tradicionalmente empregados para avaliar, o discente não especifica em que consiste esse outro “tipo de abordagem não tão limitadora e desmoralizante para o aluno” que pretende utilizar.

A seguir, o Quadro 5 apresenta uma categorização das respostas obtidas para a quinta questão.

Quadro 5. Categorização das respostas dadas pelos discentes à quinta questão.

Questão 5: Após tornar-se professor, como pretende avaliar seus alunos? Quais instrumentos pretende utilizar?	
Categoria	Alunos
Pretendem empregar a avaliação levando em conta seu caráter processual.	A1 e A7
Alegam que utilizarão instrumentos análogos aos vivenciados (testes, trabalhos, frequência, atitudes e valores).	A1, A2, A3, A4, A5 e A6
Pretende utilizar a avaliação como recompensa ao esforço dos alunos.	A1
Deseja empregar testes surpresa.	A4
Não pretende avaliar os alunos, por julgar a avaliação como inapropriada.	A8

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

No que tange à questão 6, que indagava a respeito das medidas tomadas pelos discentes diante de um resultado ruim numa avaliação, os discentes A4, A5, A7 e A8 revelam que veem-se responsáveis por se esforçarem mais para obterem melhores resultados.

Os discentes A4, A5 e A7 revelam ficarem satisfeitos diante de um bom resultado numa avaliação e interpretam esse bom resultado como consequência de terem se dedicado e se esforçado ao longo do processo de aprendizagem. Diante dessas respostas, pode-se notar uma interpretação “meritocrática” da avaliação, na medida em que os bons resultados são vistos como fruto do mérito dos alunos e os resultados ruins são interpretados como consequências do demérito dos mesmos. A partir das respostas desses discentes (A4, A5, A7 e A8), nota-se que a função didático-pedagógica da avaliação foi ofuscada por essa interpretação “meritocrática”.

Ao responder a essa mesma questão (questão 6), A1 reconhece que as medidas pós-avaliação não são tomadas como deveriam ser. Ao alegar “pois não demonstramos o que verdadeiramente sabemos com esses métodos”, o discente sugere uma interpretação de que os métodos/instrumentos de avaliação vivenciados não são eficazes em cumprir a função de avaliar as aprendizagens.

Ao afirmar que um bom resultado numa avaliação indica que os alunos “[...] perceberam tudo [...]”, A2 sugere que o resultado de uma avaliação fornece uma espécie de veredito a respeito da aprendizagem, servindo como garantia de que de fato os alunos aprenderam.

O discente A6 faz uma associação direta entre os resultados das avaliações e o sucesso na vida profissional, ao afirmar: “Pois se são bons resultados, terei melhor emprego no futuro”. Desse modo, o discente apresenta uma visão de que os resultados das avaliações possuem implicações na profissão que exercerá no futuro. Além disso, A6 demonstra reconhecer a função didático-pedagógica da avaliação, ao afirmar que diante de resultados ruins numa avaliação o professor deve reorientar a sua prática com o fim de que os alunos possam lograr êxito no processo de aprendizagem e, assim, demonstra reconhecer que os resultados de uma avaliação devem implicar em mudanças de postura por parte do professor.

O discente A3 alega que, em alguns casos, as avaliações não são realizadas de maneira justa. Apesar disso, não especifica a que tipo de injustiça está se referindo.

No Quadro 6 que segue, apresenta-se uma categorização das respostas dadas pelos discentes para a questão 6.

Quadro 6. Categorização das respostas dadas pelos discentes à sexta questão.

Questão 6: Que medidas você, enquanto aluno, toma a partir dos resultados de uma avaliação?	
Categoria	Alunos
Sentem-se responsáveis por se esforçarem mais para obter melhores resultados.	A4, A5, A7 e A8
Interpretam a avaliação de maneira “meritocrática” (bons resultados como resultado do mérito e maus resultados como consequências do demérito dos alunos).	A4, A5 e A7
Reconhece que as medidas pós-avaliação são inadequadas.	A1
Advoga que um bom resultado numa avaliação fornece uma garantia de que os alunos de fato aprenderam.	A2
Defende a ideia de que bons resultados nas avaliações implicam sucesso na vida profissional no futuro.	A6
Compreende que os resultados de uma avaliação devem implicar em mudanças de postura por parte do professor	A6
Atribui injustiça ao modo como as avaliações são utilizadas.	A3

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

No tocante à questão 7, que indagava a respeito de concepções do significado da aprendizagem, A1, A2, A3, A4 e A8 apresentam uma concepção de aprendizagem como sinônimo de “acréscimo de conhecimentos”. A resposta dada por A4, por exemplo, apresenta: “Aprender significa ganhar novos conhecimentos através do contato com um ser adulto”. Tal concepção reflete a ideia de “educação bancária” (FREIRE, 1980), em que o aluno é visto como ser passivo no qual se “deposita” conhecimentos, enquanto o professor exerce o papel de transmissor de conhecimentos. Esse modo de se conceber a aprendizagem suprime as potencialidades dos alunos, ao reduzi-los a meros “receptáculos de conhecimentos”.

Os discentes A5 e A7 associam à aprendizagem a ideia de conhecer/saber sobre o mundo ao seu redor e aprofundar esses conhecimentos/saberes.

Os discentes A6 e A8 associam o processo de aprendizagem à memorização/retenção de informações. Por exemplo, A8 afirma que aprender “[...] envolve apreensão, retenção e memorização”. Tal concepção de aprendizagem é pautada no associacionismo, na medida em que dá ênfase nos aspectos apreensão, retenção e memorização e, assim, retira a

dinâmica do processo de ensino e aprendizagem, tornando-o não processual, o que diverge da proposição construtivista (COLL *et al.*, 2004: 376-377).

É possível notar a relação e a influência mútua existente entre as concepções do significado da avaliação e as concepções do significado da aprendizagem.

Uma vez que se comprehende a aprendizagem como um sinônimo para aquisição de conhecimentos, diverge-se drasticamente da ideia de aprendizagem como um processo dinâmico que envolve o desenvolvimento e a construção de competências e habilidades. Assim, a concepção de avaliação como uma entidade externa ao processo de ensino e aprendizagem – que se manifesta apenas no final de etapas/ períodos com finalidades estritamente associadas a classificação e a verificação dos conhecimentos adquiridos – mostra-se compatível com a concepção associacionista de aprendizagem, como se dela derivasse ou, ainda, como se a produzisse. Em outras palavras, ao reduzirem a avaliação a um instrumento de classificação e verificação de conhecimentos, os alunos estão apenas refletindo em suas concepções de avaliação as concepções que têm a respeito do significado da aprendizagem (COLL *et al.*, 2004: 376-377).

A seguir, uma categorização das respostas obtidas para a sétima questão são apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7. Categorização das respostas dadas pelos discentes à sétima questão.

Questão 7: Como você definiria a aprendizagem, isto é, na sua opinião, o que significa aprender?	
Categoria	Alunos
Concebem a aprendizagem como sinônimo de “acréscimo/aquisição de conhecimentos”.	A1, A2, A3, A4 e A8
Define a aprendizagem como pautada na ideia de “educação bancária”.	A4
Significam a aprendizagem como conhecer/saber sobre o mundo ao redor e aprofundar esses conhecimentos/saberes.	A5 e A7
Associam a aprendizagem à memorização/retenção de informações.	A6 e A8

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

No que se refere à questão 8 – que indagava a respeito das relações que os discentes estabelecem entre o significado de aprendizagem e o significado da avaliação das aprendizagens –, os discentes A1, A2, A3, A4, A6 e A7 aparentaram não terem compreendido o que foi solicitado e, portanto, apresentaram respostas que divergem do objetivo pretendido. Esse fato indica que a oitava questão não foi elaborada de forma suficientemente clara, o que levou os autores deste trabalho a fazerem as alterações pertinentes para aplicações do questionário em fases posteriores da pesquisa.

Não obstante, A5 e A8 atenderam ao comando da questão 8.

A resposta dada pelo discente A5 sugere que ele reconhece que, ao associar à avaliação um caráter punitivo e classificatório, os alunos se sentem por ela “ameaçados” e, portanto, estudam com o objetivo de serem aprovados. Assim, torna-se comum a prática de *estudar para uma nota ao invés de estudar para aprender de uma forma significativa* (MARTINS e SANTOS, 2016: 399).

O discente A8 afirma que a avaliação é “castradora” e, por tanto, advoga que os maus resultados de uma avaliação podem influenciar negativamente o envolvimento dos alunos com os estudos e o relacionamento deles com o professor.

A seguir, uma categorização das respostas que os discentes deram diante da oitava questão é apresentada no Quadro 8.

Quadro 8. Categorização das respostas dadas pelos discentes à oitava questão.

Questão 8: Na sua opinião, a maneira como um aluno interpreta a avaliação pode afetar o modo como ele lida com a aprendizagem? Por quê?	
Categoria	Alunos
Não atenderam ao comando da questão.	A1, A2, A3, A4, A6 e A7
Reconhece que a avaliação, ao assumir um caráter estritamente punitivo e classificatório, leva os alunos a uma aprendizagem mecânica com fins na classificação.	A5
Afirma que maus resultados em uma avaliação podem influenciar negativamente o desempenho dos alunos e o relacionamento deles com o professor.	A8

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Apesar de os discentes, em alguns momentos, evidenciarem em suas respostas aspectos da função didático-pedagógica da avaliação, mostram-se predominantes as concepções de avaliação como instrumento de verificação de conhecimentos, atribuição de notas e classificação dos alunos. Além disso, predominam concepções do ato de avaliar como sendo algo que se realiza de maneira pontual, divergindo da ideia de avaliação como um processo contínuo que perpassa todos os momentos do processo de ensino e aprendizagem (LIBÂNEO, 1990: 203). É notável a predominância da concepção de avaliação como um ato unilateral que parte do professor e vai em direção aos alunos com fins na verificação de aprendizagens, o que diverge da ideia de que a avaliação fornece informações não apenas a respeito das aprendizagens dos alunos, mas também sobre a qualidade dos métodos de ensino utilizados pelo professor (LIBÂNEO, 1990: 197).

CONCLUSÃO

Nota-se que as concepções que os discentes têm a respeito do papel da avaliação estão estreitamente relacionadas ao modo como eles significam a aprendizagem. Ao significarem predominantemente a aprendizagem como sinônima de “aquisição de conhecimentos” e “retenção de informações”, os discentes fazem jus às concepções de avaliação que evidenciam, isto é, as concepções que têm a respeito do papel da avaliação mostram-se como consequências ou reflexos do modo como interpretam o significado da aprendizagem (COLL *et al.*, 2004: 376-377). Semelhantemente, quando a avaliação é empregada com fins estritamente punitivos e classificatórios reforça-se e incentiva-se a aprendizagem “mecânica” com fins exclusivos na classificação (MARTINS e SANTOS, 2016: 399). Em outras palavras, as concepções a respeito do papel da avaliação e a respeito do significado da aprendizagem relacionam-se e afetam-se mutuamente.

Por afetarem-se mutuamente, as concepções a respeito da aprendizagem e da avaliação são indissociáveis. Assim, um processo de ensino e aprendizagem bem sucedido não pode existir de maneira independente de processos de avaliação que refletem a natureza didático-pedagógica do ato de avaliar. Diante disso, o presente trabalho corrobora a ideia de

que a avaliação da aprendizagem precisa ser permanentemente avaliada (KENSKI, 2012: 147).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, J. e NEVES, A. *Fantomas, Mitos e Ritos da Avaliação das Aprendizagens*. Revista portuguesa de pedagogia. Ano 40-3, 2006, 219-235.

COLL, C., PALÁCIOS, J. e MARCHESI, A. *Desenvolvimento psicológico e educação*. Porto Alegre: Editora Artmed. 2004.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Editora Paz e Terra. 1980.

KENSKI V. M. Repensando a avaliação da aprendizagem. In: VEIGA, I. P. A. *Repensando a didática*. São Paulo: Editora Papirus, p. 135-147. 2012.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Editora Cortez. 1990.

MARTINS C. e SANTOS, L. Práticas de avaliação na formação de educadores e de professores dos 1º e 2º ciclos do Ensino Básico: Um estudo exploratório. *Congresso Nacional de Práticas Pedagógicas no Ensino Superior (CNAPPES)*. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/14992/1/Artigo_CNAPPES2016_Martins_Santos.pdf>. Lisboa, Portugal, 14 e 15 de Julho de 2016.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 1999.

HEFESTUS: ANÁLISE E SELEÇÃO DE MATERIAIS NO PROJETO DE ROBÔ DE COMPETIÇÃO UTILIZANDO MODELAMENTO CAD 3D

*Ana Paula Andrade Rodrigues¹, Daphne Lorane Santos Nascimento Oyarce²,
Kelly Teixeira Borges³, Luan Marcel Costa Vasconcelos⁴, Artur Caron Mottin⁵*

Resumo: O processo de análise e seleção de materiais é parte primordial nas etapas projetuais e de desenvolvimento de novos produtos e soluções. A competição de robôs é um universo envolto pelas questões tecnológicas e projetuais, buscando sempre a superação de dificuldades e a inovação na utilização de novos materiais e processos produtivos. O artigo objetiva o desenvolvimento do projeto estrutural de um robô de competição utilizando as ferramentas de modelamento CAD 3D. A determinação das propriedades mecânicas necessárias foram realizadas utilizando pesquisas científicas e análises das competições anteriores. A seleção dos componentes comerciais, materiais e processos produtivos adequados às propriedades mecânicas foram aplicados ao modelamento CAD 3D, determinando as melhores geometrias e soluções projetuais, dando ao robô de competição confiabilidade para as futuras competições. Ao final do artigo, foram detalhadas todas as peças e o projeto técnico para futuro orçamento e confecção das peças, permitindo assim a montagem do robô.

Palavras-chave: SolidEdge. Materiais e processos. Design. Propriedades mecânicas.

¹ Aluna do bacharelado em Engenharia Mecânica do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: anapaulaandraderodrigues@yahoo.com.br

² Aluna do bacharelado em Engenharia Mecânica do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: daphne.lorane@gmail.com

³ Aluna do bacharelado em Engenharia Mecânica do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: kellyborges14@hotmail.com

⁴ Aluno do bacharelado em Engenharia Mecânica do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: luanvasconcelos8@hotmail.com

⁵ Professor do departamento de Mecânica do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: artur.mottin@ifmg.edu.br

INTRODUÇÃO

A demanda por desenvolvimento de novas tecnologias no atual contexto mundial tem crescido cada vez mais, exigindo novas ideias ou o seu melhoramento. Uma área em constante desenvolvimento é a dos robôs, que passaram a fazer parte do dia a dia da população mundial, em seguimentos diversificados, seja na medicina, com aparelhagem para a realização de cirurgias ou nos combates militares, com robôs que substituem soldados no campo de batalha.

Desse modo, com o surgimento de novos tipos de robôs, a maior preocupação se tornou a viabilidade financeira para desenvolvê-los. No Brasil, muitos projetos são escritos por milhares de engenheiros espalhados pelo país, porém muitos não saem do papel, por não terem condições de os colocarem em prática.

Assim, quando são necessárias tecnologias de ponta, todas são importadas de países de primeiro mundo, como Estados Unidos e Japão, lugares em que o desenvolvimento de projetos criados pelos cidadãos é muito incentivado, tornando possível a realização dos mesmos.

Diante disso, percebe-se a importância da formação de novos profissionais que possam atuar nos diversos campos oferecidos pela Engenharia, como a mecânica e a elétrica que sejam capazes de desenvolver tecnologias que supram a demanda do mercado pela robotização, visando aumentar a viabilidade financeira dos projetos propostos, consequentemente aumentando a quantidade, os modelos e as aplicações.

A grande dificuldade na formação desses profissionais se dá devido a pouca prática que é oferecida dentro das universidades, “priorizando basicamente a pesquisa na área acadêmica, predominando a pesquisa científica em detrimento a pesquisa tecnológica, o que também se reflete no predomínio da pesquisa básica em relação à pesquisa aplicada, resultando na escassez de engenheiros realmente fazendo engenharia”. (LEAL, 2005, pág. 71)

Perante isso, a formação de equipes para aplicação do conhecimento teórico torna-se essencial. E é justamente isso que esse projeto busca, a criação de uma equipe de robótica no Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus Congonhas*, para que os alunos da Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Física, possam interagir e criar um robô para competições, que acontecem em diversos países e o Brasil é um deles,

existem várias categorias de competição como Combate, Sumô, Hockey, entre outras.

Combate: o objetivo é promover combates entre robôs, esta competição recebe o apelido de “UFC de robôs”, pois suas regras são semelhantes ao *Ultimate Fighting Championship*. Os robôs são postos no interior de uma arena isolada, um contra o outro, com o intuito de gerar danos no adversário até que um deles fique impossibilitado de competir. A modalidade é dividida por classes de peso e por suas características físicas.

A seleção da categoria ocorreu por permitir levar ao limite os projetos desenvolvidos, necessitando de maior acurácia projetual, da análise adequada de materiais e processos produtivos, além do desenvolvimento aprofundado dos conhecimentos das propriedades mecânicas dos materiais e do projeto.

O principal objetivo foi o desenvolvimento do projeto estrutural de um robô de competição, através do estudo e análise / seleção de materiais, processos produtivos, componentes comerciais, e do estudo e modelamento 3D através de softwares CAD 3D para otimização e correlação das funções, formas, materiais e processos ligados ao projeto.

METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada na condução deste trabalho é a pesquisa aplicada que objetiva gerar conhecimentos para novas possibilidades e soluções de problemas específicos. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa, portanto, não requer uso de métodos e técnicas de estatística. Com relação aos objetivos, possui caráter exploratório que visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses envolvendo, portanto, levantamento bibliográfico (SILVA & MENEZES, 2001).

A pesquisa foi estruturada em 5 etapas:

1º Etapa: Exploratória

Nesta etapa foram realizados estudos de base exploratória com objetivo de avaliar as competições nacionais de batalha de robôs, definir as

categorias mais importantes e suas dificuldades, além de analisar os principais competidores e seus projetos.

2º Etapa: Análise

Na segunda etapa, foram estudadas as principais propriedades mecânicas necessárias para que o projeto atendesse aos esforços sofridos durante as batalhas. Além disso, foram estudados os principais materiais comerciais, que pudessem ser aplicados ao projeto e que atendessem as propriedades mecânicas definidas. As análises foram desenvolvidas a partir de datasheets fornecidos pelos fabricantes.

3º Etapa: Seleção

Na terceira etapa, foram selecionados os componentes comerciais, materiais e processos produtivos que poderão ser utilizados para construção do projeto do robô.

4º Etapa: Projeto

Na quarta etapa, foram desenvolvidos através de modelamento 3D (solidEdge) as estruturas e sistemas mecânicos necessários para construção do robô de competição. Com a definição do projeto, foi realizado o detalhamento técnico mecânico do projeto e de seus componentes. As modelagens foram realizadas nos laboratórios de informática do *Campus Congonhas*.

5º Etapa: Documentação

Na quinta etapa, foi desenvolvido o relatório técnico e o artigo científico.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Modalidade

De acordo com o dicionário Michaelis (2015), competir é definido como “concorrer com outrem na mesma pretensão; fazer concorrência com; apostar”. Neste contexto, surgem as competições entre robôs, com as modalidades: ArtBot, Sumô, Robo Trekking, Seguidor de Linha, Hóquei e Combate.

ArtBot – Kinect, segundo artdaily.org (2003), foi criado pelo professor Douglas Repetto, com a intenção de focar em alguma coisa mais compreensiva do que os aspectos violentos da robótica, alegando que os robôs tem um lado criativo, podendo desenhar, funcionar como uma caixa de música ou até mesmo criar retratos abstratos (Figura 1). Os projetos são feitos com qualquer dispositivo eletromecânico com pelo menos uma parte móvel e seu único objetivo é entreter e interagir com o público, sendo avaliados os quesitos: visual, qualidade do movimento, funcionalidade e originalidade. (ROBOCORE, 2017)

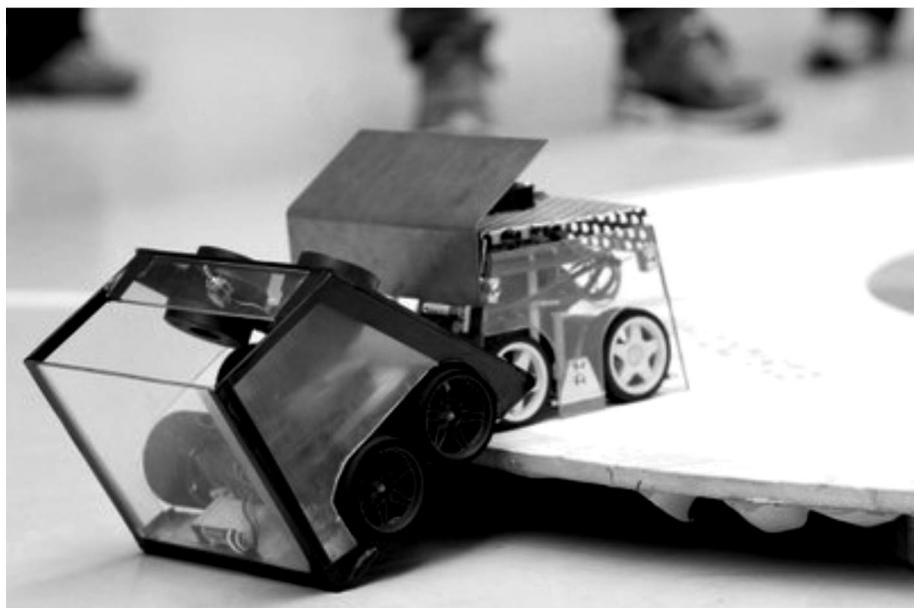


Figura 1. Robô ArtBot.

Fonte: Website Jon Jones (2017).

Sumô de robôs (Figura 2) é uma forma de dar início ao desenvolvimento de robôs autônomos, que sejam capazes de sentir os acontecimentos ao seu redor, requerendo pesquisas sobre inteligência artificial, que permita ao robô tomar decisões, mecânica e materiais, dando a ele formas e movimentos capazes de realizar o que foi “pensado” (JESUS; MARTINS; CARL, 2008). Os participantes podem ter no máximo 3 Kg, devem caber em um cubo ou quadrado de acordo com as referências dimensionais de cada classe (RoboOne), podendo ser rádio-controlados ou autônomos. O objetivo, assim como no esporte para seres humanos, é empurrar o adversário para fora do Dohyō (Ringue de Sumô), marcando um ponto de Yukô (ROBOCORE, 2016).

Figura 2. Robô Sumô.



Fonte: Portal da Universidade Metodista de São Paulo (2017).

De acordo com Pé na Trilha (2015) trekking é uma atividade ao ar livre que exige muito esforço físico, pois geralmente é feita em caminhos não pavimentados, em terrenos e trilhas com vários tipos de obstáculos

(Figura 3). Desse modo, conforme Globo Universidade (2014), o Robo Trekking funciona da mesma maneira, ele segue uma rota pré-determinada, estudando o terreno e desviando dos obstáculos. Para isso, os robôs precisam ser totalmente autônomos, não podem ser controlados externamente por fios, não podem passar do tamanho de um cubo com aresta de 500 mm e devem possuir uma luz sinalizadora para indicar quando chegam aos marcos (ROBOCORE, 2016).

Figura 3. Robô Trekking.

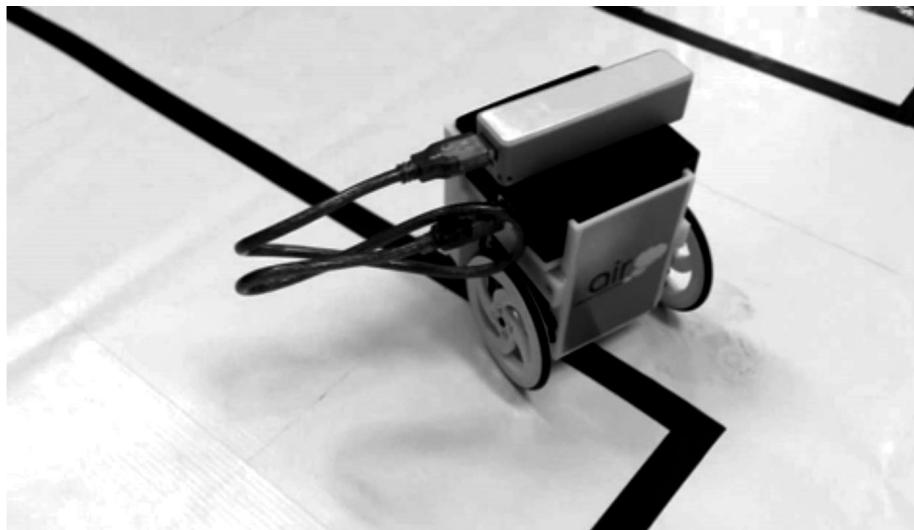


Fonte: Divulgação/Minerva Bots (2017).

Conforme Gioppo (2009), seguidor de linha é um robô capaz de se movimentar sobre uma linha preta ou branca em uma superfície plana e de cor oposta à da linha, guiado por sensores, em uma competição, vence o que finalizar o trajeto em menor tempo (Figura 4). Assim, os robôs

devem ser totalmente autônomos e com todos os componentes guardados para dentro, não podem ser controlados externamente por fios, exceder 250 mm de comprimento, 250 mm de largura e 200 mm de altura e ter qualquer tipo de mecanismo de sucção que ajude a ficar em contato com o solo (ROBOCORE, 2016).

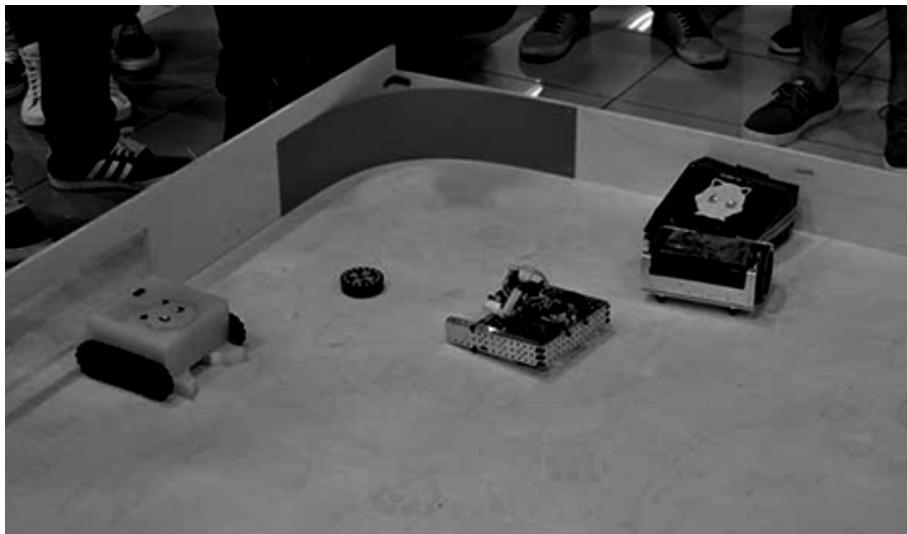
Figura 4. Robô seguidor de linha.



Fonte: Canal do Marco Sousa no Youtube (2017).

Hóquei de robôs é um jogo, com três em cada time, controlados remotamente, que competem para marcar gols usando um disco, jogado num ringue plano, semelhantes ao hóquei no gelo (Figura 5). As partidas duram cinco minutos, tem somente uma classe, chamada Pro, devem estar contidos em um quadrado com 45 cm de comprimento/largura, não há especificações para dimensões verticais, ter no máximo 6,8 Kg, rádio-controlados, normalmente possuem duas rodas, mas outras configurações como pernas, pés, flutuação por colchão de ar podem ser usadas, desde que não os façam voar acima da altura do disco e nenhum pode ter qualquer tipo de arma que danifique os outros adversários ou o ringue (ROBOCORE, 2016).

Figura 5. Robô Hóquei.



Fonte: Site da UNIP. (2017)

O Dicionário Aurélio (2017), define combate como “entrar em combate contra; bater; impugnar, lutar contra”. Defini-se combate entre robôs do mesmo modo (Figura 6), mas a modalidade vai muito além da luta, pois de acordo com Triton Robôs (2016), “testa a resistência e durabilidade das máquinas e a criatividade dos seus inventores”. Os robôs são compostos por rodas ou pernas, motores de acionamento para locomoção e armas, baterias, transmissão mecânica, circuitos de controle dos motores e circuitos receptores, a parte mecânica é composta de chassis, blindagem e armas, como martelo, tambor, armas perfurantes, serras circulares e ainda, pistões pneumáticos e hidráulicos podem ser utilizados, dependendo do projeto (TRITON ROBÔS, 2016).

Assim como as outras modalidades, o combate é dividido em classes de peso, não há limitação de dimensões, os robôs devem respeitar o limite de peso da classe escolhida, não podendo ter menos do que 40% do peso máximo, as armas não podem ter capacidade de danificar ou perfurar as placas de aço de 5 mm de espessura do solo da arena. O objetivo é construir um robô que seja capaz de resistir ao combate, em uma partida de 3 minutos, com um oponente (ROBOCORE, 2016).

Figura 6. Robô de Combate.



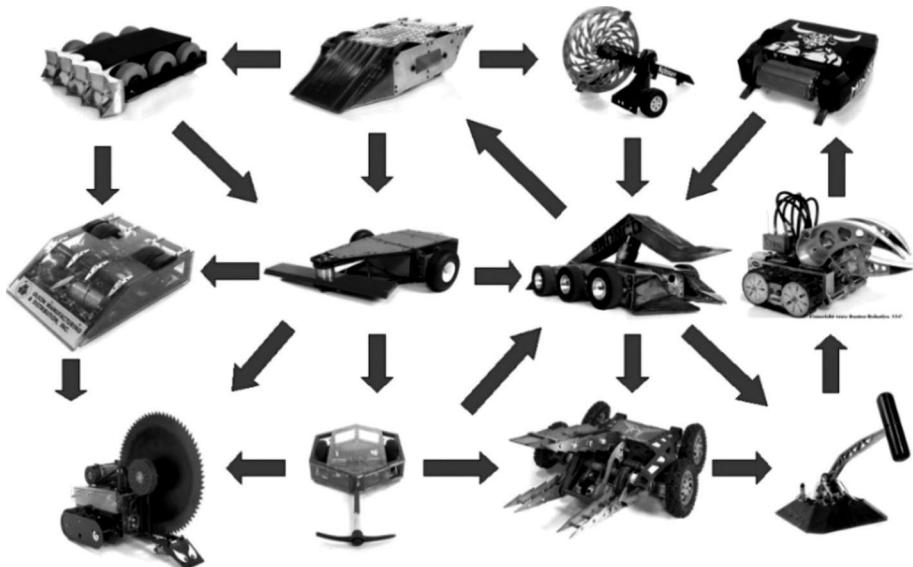
Fonte: Site el diário (2017).

Diante disso, a modalidade combate é a que apresenta mais detalhes técnicos que se assemelham aos conteúdos apresentados no curso de Engenharia Mecânica, sendo a escolhida a ser estudada, pois tudo o que for aprendido durante o curso, poderá ser colocado em prática. Além disso, o desenvolvimento de um projeto para a construção de um robô de combate leva as habilidades dos alunos ao limite, testando toda a capacidade de criar, inovar e desenvolver uma máquina resistente e leve, mas que seja ao mesmo tempo capaz de absorver impactos e de causar danos ao oponente.

MODELO

Existem muitos tipos de robôs de combate divididos basicamente em 16, nenhum robô é o melhor de todos, existe uma tendência a perder ou ganhar de algum outro, desconsiderando a qualidade do projeto em relação à arma e estrutura, que podem ter sido bem calculados e feitos com materiais de alta resistência, que no combate podem não resistir aos impactos, mas ainda há influência do piloto, de modo que, se o robô for controlado estrategicamente aumentam-se as chances sobre os resultados. A Figura 7 abaixo mostra o esquema de tendência de perdas ou ganhos:

Figura 7. Esquema de tendência vencer/perder.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

A divisão dos tipos de robô se dá pela arma principal e sua função. Os *Rammers* são robôs aríete, eles danificam o adversário se jogando contra eles ou empurrando-os contra as bordas da arena. Os *Edges* são tipo rampa que fazem os adversários capotarem ao atingirem sua rampa, já os *Lifters* são capazes de levantar o adversário, imobilizando-o ou virando-o de cabeça para baixo.

Os *Launchers* (ou *flippers*) são capazes de arremessar o adversário para o alto, os *Thwacks* possuem 2 rodas que giram toda a sua estrutura no mesmo lugar em alta velocidade e possuem alguma arma perfurante. Os *Overhead thwacks* possuem 2 rodas e uma haste longa o qual utiliza para atacar seus oponentes por cima.

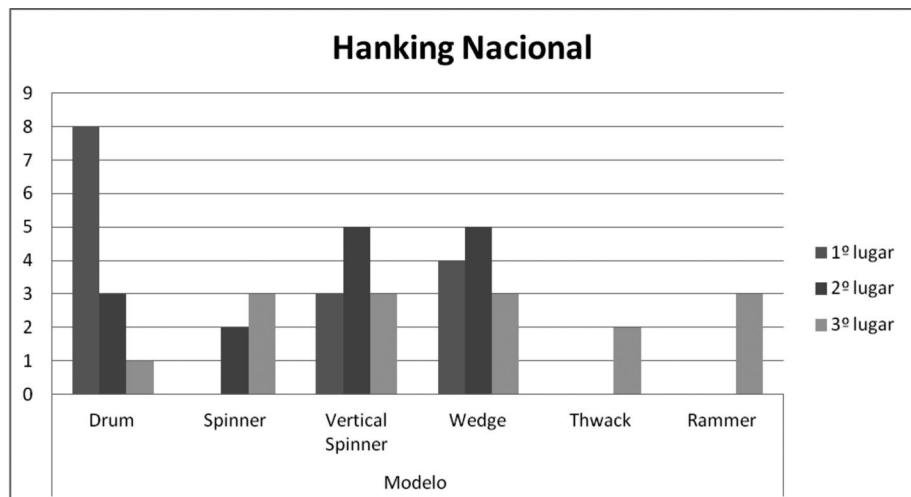
Os *Spears* possuem uma lança penetrante longa e fina que penetra as paredes da armadura do adversário e danifica componentes internos, já os *Spinners* possuem uma lâmina, disco ou concha giratória que gira em alta velocidade horizontalmente. Os *Saws* possuem serras abrasivas ou com dentes, acionadas por um motor potente.

Os *Vertical Spinners* ao contrário dos *Saws*, em geral usam discos de grande diâmetro com apenas 2 dentes, ou então barras girando em um plano vertical, os *Drums* tem um tambor (cilindro) giratório com dentes montado horizontalmente na frente do robô, normalmente giram de modo a levantar o adversário ou causam danos com o impacto da arma ou na queda.

Os *Hammers* normalmente têm 4 rodas, com martelos ou machados que atingem o topo dos adversários. Os *Clampers* são capazes de segurar e levantar um adversário, e carregá-lo para fora das bordas da arena. Os *Crushers* possuem pinças ou garras hidráulicas capazes de perfurar e esmagar o adversário vagarosamente, os *flamethrowers* são robôs com lança-chamas e os *multibots* são robôs compostos de 2 ou mais sub-robôs (RioBotz 2006).

Dentre os 16 modelos descritos, existem 6 que se mostram mais eficientes em combate, ou seja, na prática possuem uma maior tendência a ganhar em relação aos outros. O gráfico 1 mostra o número de vezes que os modelos Drum, Spinner, Vertical Spinner, Wedge, Thwacks e Rammer ficaram entre as três primeiras colocações nas competições Winter Challenge, Summer Challenge, Campus Party, Roadsec, FACE e ENECA de 2005 a 2016.

Gráfico 1. Hanking Nacional.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Quadro 1. Prós e contras dos modelos Drums e Spinners.

Drums		Spinners	
Prós	Contras	Prós	Contras
Geram danos severos aos adversários devido ao impacto da arma	São pouco eficazes contra robôs com estrutura blindada e reversíveis O tambor deve acelerar no máximo em 4 segundos Fazem curvas com facilidade devido ao baixo efeito giroscópico Os tambores mais largos se alinham mais facilmente São mais estáveis Podem ser inversíveis	Os mais destrutivos que existem	Devem atingir alta rotação em até 4 segundos
Sofrem menos com o momento de inércia da arma		Possuem uma arma de alta rotação	Não são inversíveis
		Os robôs com concha armazenam uma alta quantidade de energia	Com a lâmina deslocada a traseira fica desprotegida, o centro de gravidade é prejudicado e o robô tende a ter grande dimensões
			Devem ser rápidos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Quadro 2. Prós e contras dos modelos Vertical Spinners e Wedges.

Vertical Spinner		Wedges	
Prós	Contras	Prós	Contras
Arremessam o adversário e causam danos pelo impacto	Precisam ter uma base larga para não tombarem	Altamente resistentes	Raramente causam danos diretamente
	Sofrem com o efeito giroscópico da arma	Podem ser inversíveis	
	Dificuldade em fazer curvas devido ao efeito giroscópico	Eficazes contra armas giratórias	
	Laterais e traseira expostas	São baixos	
	Vulnerável a edges baixos e hummers	São Rápidos	

Fonte: Elaborado pelo autores, 2017.

A partir das informações apresentadas pelo gráfico, visto que dois dos 6 modelos não apresentaram resultados tão expressivos quanto os demais, foi feito o levantamento dos prós e contras dos 4 tipos de robô com melhor índice de vitória. Após análise do gráfico e das tabelas, o modelo escolhido é o Drum, que apresenta um maior número de vitórias, devido as suas características que o coloca apenas em desvantagem diante de robôs com estrutura blindada e inversíveis, além de possuir vantagens como estabilidade, velocidade, facilidade para fazer curvas e causar danos severos aos adversários.

Peso

Assim como em todas as competições de combate corporal como judô, jiu-jitsu, muay thai entre outros, existe uma divisão de categoria baseada no peso e no combate de robôs não é diferente. Existem 18 classes de peso oficiais norte-americanas que são tidas como referência em competições ao redor do mundo. Dentre as categorias presentes em competições nacionais estão: *Antweight*, *Beetleweight*, *Hobbyweight*, *Featherweight* e *Lightweight*.

A categoria mais leve, que são de robôs de combate com apenas 35 g ainda não possui nome, por existirem pouquíssimos com esse peso. Os *fleaweight*, de 75 g, também são poucos existentes, com competições ainda muito raras. Os *fairyweight*, de 150 g, estão se tornando mais comuns embora não existam competições nacionais nessa categoria. Os das categorias *antweight* e *beetleweight*, são as mais concorridas dentre os robôs “insetos” (formigas, besouros, pulgas).

Os *mantisweight*, assim como os *fleaweight*, ainda existem poucos, portanto não são comuns competições nacionais e internacionais nessa faixa de peso. A categoria *featherweight* têm muitos robôs, apesar de não ser uma das categorias mais populares.

As classes mais disputadas e competitivas são a *hobbyweight*, *lightweight* e *middleweight*. A categoria *heavyweight* é a mais famosa, ficou bastante conhecida devida à competição norte americana *BattleBots*, mas hoje existem bem menos competidores do que na época em que a competição era televisionada. A *super heavyweight* está em declínio, teve seu auge na mesma época da *heavyweight*.

A categoria mais pesada existente até então é a *mechwars*, no entanto, há pouquíssimas competições para essa categoria, pela dificuldade de transporte dos robôs, fazendo que demande muito investimento e patrocínio. A categoria mais presente no Brasil é a *middleweight*, com o maior número de robôs existentes no país.

Após a análise de dados obtidos das competições ocorridas no Brasil nos últimos 12 anos, a categoria que se mostrou mais adequada foi a *featherweight*, que são robôs de 13,6Kg, pois a mesma possui limite de peso suficiente para possibilitar o uso de um maior número de materiais e possíveis combinações entre os mesmos, e ainda possui um peso relativamente baixo de modo que o projeto possa ser colocado em prática e o robô construído com um orçamento inicial moderado. A seguir o quadro 3 apresenta o nome de 14 das categorias e seus respectivos limites de peso:

Quadro 3. Categorias existentes e seus respectivos limites de peso.

Nome	Peso (lb-kg)
Sem nome	0,08 – 0,035
Fleaweight	0,16 – 0,075
Fairyweight	0,32 – 0,150
Antweight	1 – 0,454
Kilobot (somente no Canadá)	2,2 – 1
Beetleweight	3 – 1,36
Mantisweight	6 – 2,72
Hobbyweight	12 – 5,44
Featherweight	30 – 13,6
Lightweight	60 – 27,2
Middleweight	120 – 54,4
Heavyweight	220 – 99,8
Super Heavyweight	340 – 154,2
Mechwars	390 – 176,9

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Propriedades e características

Para que seja feita a escolha dos materiais que serão utilizados na carcaça e nos componentes comerciais do robô, algumas propriedades e características precisam ser observadas, para que o material escolhido consiga suportar as condições no qual será submetido durante a competição. São elas:

- Deformação: mudança dimensional verificada no material em função da carga aplicada. Normalmente ocorre em duas fases: elástica e plástica (CIMM, 2011).
- Densidade: relação entre a massa e volume de um corpo (ABRÃO, 2006).
- Ductibilidade: é a capacidade que alguns materiais possuem de se deformarem antes da ruptura. Quanto mais dúctil o aço maior é a redução de área ou alongamento antes da ruptura (TECNOFIX, 2012).
- Dureza: a dureza de um material é a resistência à penetração de outros mais duros que ele (MEGGIOLARO, 2006).
- Elongação até ruptura: indica a deformação máxima, em relação à dimensão original, que pode suportar um material submetido a um esforço constante sem se romper (LINGUEE, 2010).
- Ensaio de impacto: esse ensaio tem como principal objetivo medir a quantidade de energia absorvida pelo material durante a fratura (DALCIN, 2007).
- Fadiga: tendência à ruptura do material em um carregamento inferior ao limite nominal de resistência à tração, após este material ter permanecido sob a ação de ciclos repetidos de tensões (CIMM, 2011).
- Limite de escoamento: é a tensão limite entre a deformação elástica (reversível) e a deformação plástica (permanente) de um material quando submetido a uma carga (BECKER, 2008).
- Módulo de cisalhamento: dita o comportamento elástico do material sujeito a cargas como uma força transversal cortante ou uma torção (ESTAMBASSE; FOSCHINI, 2014).
- Módulo de elasticidade: é a medida de rigidez de um material, obtido através de ensaio de tração ou compressão (UNICAMP, 2006).
- Resiliência: mede a resistência do material a impactos e quanta energia ele consegue absorver antes de começar a plastificar (MEGGIOLARO, 2006).

- Resistência a Tração: é a tensão de tração máxima que o material é capaz de sustentar (ASM INTERNACIONAL, 1997).
- Resistência ao choque: refere-se ao impacto que o material pode absorver sem projeção de trincas intermitentes (TECNOFIX, 2012).
- Resistência ao Desgaste: trata-se de um fenômeno superficial, devido ao contato de superfícies, uma das quais em movimento que resulta na deformação gradual das peças ou na modificação das suas dimensões (INFOMET, 2009).
- Resistência Mecânica: é a resistência à ação de determinados tipos de esforços, como a tração e a compressão (ASM INTERNACIONAL, 1997).
- Rigidez: é quantificada pelo módulo de elasticidade E , ou módulo de Young, que é igual à inclinação da reta do gráfico tensão-deformação (MEGGIOLARO, 2006).
- Soldabilidade: capacidade do material ser soldado sem que haja a formação de microestruturas prejudiciais às suas características e propriedades mecânicas (ICMM, 2011).
- Tenacidade: mede a resistência do material a impactos e quantifica energia de impacto o material consegue absorver antes de se romper (MEGGIOLARO, 2006).
- Tensão de ruptura: é a máxima carga axial observada no teste de tração, imediatamente antes de romper, dividida pela área original da seção transversal (CIMM, 2011).
- Usinabilidade: é a facilidade com que o material pode ser cortado, torneado, fresado ou furado sem prejuízo de suas propriedades mecânicas (CIMM, 2011).

Grupos de materiais selecionados

Após a análise das classes de materiais, foi preciso definir quais propriedades seriam necessárias para que o material da carcaça fosse escolhido adequadamente, por exemplo densidade, resiliência, tenacidade, resistência mecânica, entre outras.

Diante das informações coletadas e da proposta do projeto, as cerâmicas são uma classe de materiais que não se encaixam nas propriedades estabelecidas, devido a sua fragilidade e por não possuírem nenhuma ductilidade, gerando uma baixa tolerância a concentrações de tensões.

Já os polímeros e os metais, se adéquam as propriedades necessárias, o primeiro, apesar dos módulos de elasticidades baixos são fáceis de conformar, baratos e possuem baixa densidade, o segundo, podem ser fortalecidos com elementos de ligas e se tornarem bastante resistentes, porém podem ter elevada densidade e serem caros.

Analizando todas as classes de materiais, foi possível escolher grupos de materiais que poderão constituir a carcaça do robô, abaixo os Quadros 4, 5, 6 e 7 apresentam as propriedades dos materiais selecionados:

Quadro 4. Propriedades dos alumínios.

Alumínios				
Propriedades	Unidade	Alumínio 2024 – T3	Alumínio 6061 – T6	Alumínio 7075 – T6
Densidade	g/cm ³	2,78	2,70	2,81
Módulo de elasticidade	GPa	73,1	68,9	71,7
Módulo de cisalhamento	GPa	28,0	26,0	26,9
Usinabilidade	%	70	50	70
Dureza Brinell	-	120	95	150
Dureza Knoop	-	150	120	191
Dureza Rockwell A	-	46,8	40,0	53,5
Dureza Rockwell B	-	75	60	87
Dureza Vickers	-	-	-	175
Resistência à tração	MPa	345 (24°C)	276 (24°C)	503 (24°C)
Limite de escoamento	MPa	-	-	Mínimo: 460 Máximo: 590
Força de fadiga	MPa	138	96,5	159

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Quadro 5. Propriedades dos aços.

Propriedades	Unidade	Aços						
		1020	4340 (normal.)	4340 (recozido)	5160 (normal.)	5160 (recozido)	S1 (Resf. 955°C, Temp. 150°C)	Inox 304
Densidade	g/cm ³	7,87	7,85	7,85	7,85	7,85	7,83	8,00
Dureza Brinell	-	121	363	217	269	197	-	123
Dureza Knoop	-	140	392	240	294	219	682	138
Dureza Rockwell B	-	68	100	95	99	92	-	70
Dureza Rockwell C	-	-	40	17	27	13	58	-
Dureza Vickers	-	126	384	240	284	207	661	129
Resistência à tração	MPa	420	1292	745	958	724	2310	505
Limite de escoamento	MPa	350	862	470	530	275	1750	215
Módulo de elasticidade	GPa	186	200	192	205	205	-	193
Módulo de cislamento	GPa	72	78	75	80	80	80	77
Usinabilidade	-	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	-	-	325
Resistência Mecânica	-	Ruim	Ótima	Ótima	Ótima	-	-	150
Soldabilidade	-	Ótima	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Média	Média
Forjabilidade	-	Ótima	Boa	Boa	Boa	Ótima	-	-
Temperabilidade	-	Ruim	Ótima	Ótima	Ótima	Ruim	-	-
Tenacidade	-	Boa	Ótima	Ótima	Ótima	Boa	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Quadro 6. Propriedades do titânio Ti-6Al-4V.

Titânio		
Propriedades	Unidade	Ti-6Al-4V
Densidade	g/cm ³	4,43
Módulo de elasticidade	GPa	113,8
Módulo de cisalhamento	GPa	44
Dureza Brinell	-	334
Dureza Knoop	-	363
Dureza Rockwell C	-	36
Dureza Vickers	-	349
Elongação até ruptura	%	14
Resistência à tração	MPa	950
Limite de escoamento	MPa	880
Força de fadiga	MPa	240- 510

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

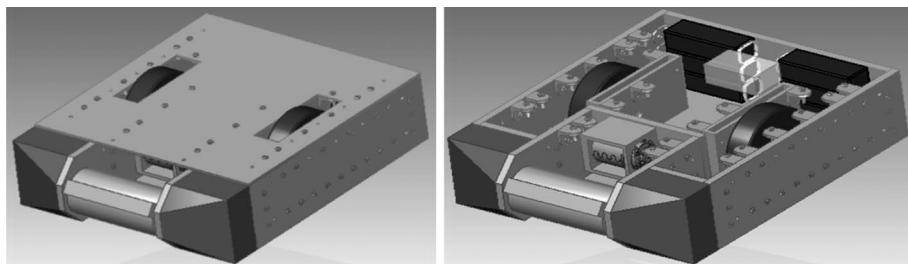
Quadro 7. Propriedades do polímero Polietileno de ultra alto peso molecular.

Polímero		
Propriedades	Unidade	PEUHMW
Densidade	g/cm ³	0,93
Limite de escoamento	MPa	17
Tensão de ruptura à tração	MPa	40
Tensão de ruptura à compressão	MPa	20,7
Tensão de ruptura à flexão	MPa	24,1
Módulo de elasticidade à tração	MPa	689
Módulo de elasticidade à compressão	MPa	552
Módulo de elasticidade à flexão	MPa	758
Elongação até ruptura	%	350
Resistência ao impacto	kJ/m ²	-
Dureza Shore D	-	66

Modelamento 3D

Abaixo estão retratadas a estrutura fechada do robô modelada no SolidEdge, vista externa da disposição das rodas e do tambor e a estrutura aberta, mostrando a disposição das peças e divisão da parte interna do robô, pack de baterias na parte traseira, motor da arma logo atrás do tambor, rodas nas laterais com seus respectivos motores e no meio, toda a miscelânea.

Figura 8. Robô montado.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Roda Colson Borracha Moldada (Núcleo de Ferro) - BF



Figura 9. Roda Colson

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Especificações:

- Código de referência: R 52 BF R
- Diâmetro externo: 5"
- Rolamento: 3/4"
- Eixo: 1/2"
- Peso (Suportado): 180 Kg

Bateria Li-Po

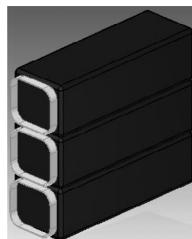


Figura 10. Pack de baterias Li-Po.

Fonte: Elaborados pelos autores, 2018.

Especificações:

- Capacidade: 2200 mAh
- Configuração: 11.1V/3 Células
- Descarga: 20C

DeWalt 18V Old Style Drill Motor

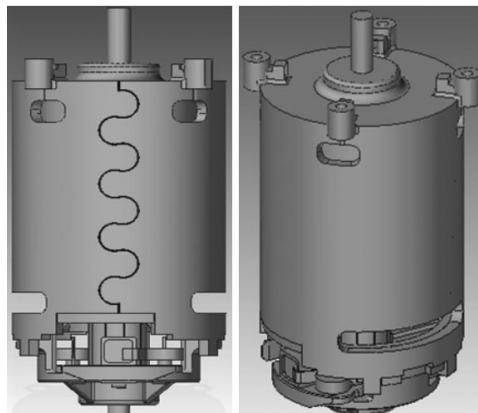


Figura 11. Motor DeWalt.

Fonte: Site Robocore Tecnologia LTDA, 2017.

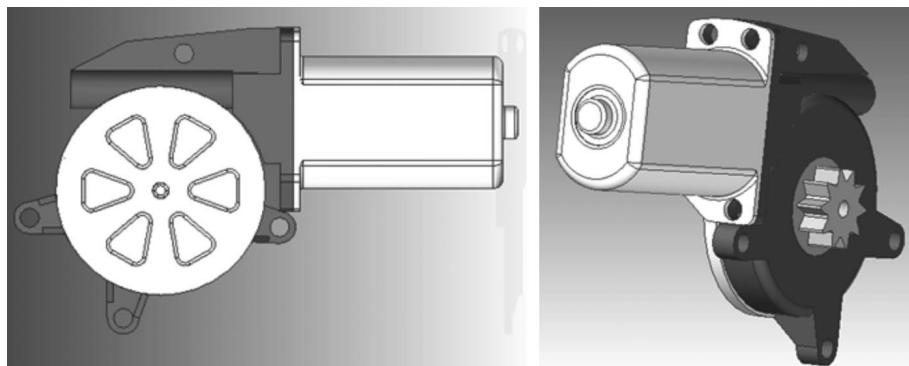
Especificações:

- Tensão nominal: 18V
- RPM (sem carga): 22000
- Potência máxima: 946W
- Corrente (Stall): 250 A
- Torque (Stall): 2,16 Nm
- Peso: 472 g
- Comprimento (caraça): 83 mm
- Comprimento total: 91 mm

- Diâmetro: 46 mm
- Diâmetro do eixo: 5 mm
- Comprimento do eixo: 7mm

Motor Mabuchi 12V (sem caixa de transmissão)

Figura 12. Motor Mabuchi.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Especificação Técnica:

- Engrenagem de 8 dentes
- Voltagem: 12V
- Consumo: 1,3^a
- Força: 9,12 N.m / 93Kg.cm

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No projeto foi possível determinar a modalidade de competição, o modelo de robô a ser desenvolvido bem como os possíveis materiais a serem utilizados para o desenvolvimento de um robô de competição utilizando modelamento 3D.

Foram apresentadas diversas considerações do modelo, entre as quais podem ser citadas as especificações de cada modalidade, o índice de vitórias de cada modelo nas competições já realizadas, a limitação de

peso e as características mecânicas necessárias à carcaça do robô para a modalidade escolhida. Além disso, foram ponderados os conhecimentos aprendidos nas disciplinas regulares do curso de Engenharia Mecânica.

Diante disso, as seguintes escolhas foram feitas: modalidade de combate, modelo *drum*, categoria *featherweigh* e grupo de materiais composto por alumínios, aços, titânio e polímero de alta densidade (UHMW).

A partir disso, foi possível realizar o modelamento 3D no qual foram definidas as geometrias da estrutura, bem como a arma e as divisões internas, além dos componentes dos sistemas de atuação, potência e mecânico.

Como continuação deste projeto pode-se realizar a otimização do resultado do trabalho utilizando simulações e software de elementos finitos, desenvolver o sistema de locomoção e orientação espacial do robô, montar o circuito interno e selecionar os elementos para o acionamento dos motores, controle direcional e comunicação via rádio, constituindo assim toda a eletrônica embarcada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÃO, Maria Silva. *Densidade: uma relação entre massa e volume*. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/ciencias/densidade-densidade-e-uma-relacao-entre-massa-e-volume.htm>>. Acesso em: 21 set. 2018.

ARTDAILY.ORG. *ArtBots: the robot talent show*. Disponível em: <<http://artdaily.com/news/6278/ArtBots--The-Robot-Talent-Show#.Woz67qinHIV>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

ASM INTERNACIONAL. *ASM ready reference: properties and units for engineering alloys*. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=UAhr9fdHYLMC&pg=PA74&lpg=PA74&dq=notched+tenstile+strength+definition&source=bl&ots=OCCysASAp&sig=cSq21Aqmh-K34VAEFHBVqWLDDGU&hl>>. Acesso em: 18 set. 2017.

AURÉLIO, Dicionário. *Combater*. Disponível em: <<https://dicionariodoauracio.com/combater>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

BECKER, Daniela. *Propriedades Mecânicas dos Materiais*. Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/daniela/materiais/Aula_5__Propriedades_Mecanicas.pdf>. Acesso em: 04 set. 2017.

CIMM. *Dicionário*. Disponível em: <<https://www.cimm.com.br/portal/verbetes>>. Acesso em: 18 set. 2017.

COLSON. *Roda: borracha moldada BF*. Disponível em: <<http://colson.com.br/produto/roda-borracha-moldada/>>. Acesso em: 9 out. 2017.

COMBATE, Robô de. *El deporte de robots será um fenómeno de masas (como la NBA o La Champions)*. Disponível em: <http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/deportes-robots-BattleBots-Megabots-carreras-drones_0_438506416.html>. Acesso em: 13 set. 2017.

CORMATEC. *UHMW: plásticos de engenharia*. Disponível em: <<http://www.cormatec.com.br/propriedades.php>>. Acesso em: 11 set. 2017.

DALCIN, Gabrieli Bortoli. *Ensaio dos Materiais*. Disponível em: <http://www.urisan.tche.br/~lemm/arquivos/ensaios_mecanicos.pdf>. Acesso em: 18 set. 2017.

ESTAMBASSE, Eduardo Costa; FOSCHINI, Cesar Renato. *Caracterização do módulo de cisalhamento de materiais metálicos pelo método dinâmico*. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/21cbecimat/CD/PDF/304-183.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2017.

FAVORIT. *Produtos*. Disponível em: <<http://www.favorit.com.br/produtos/#catalogo>>. Acesso em: 13 set. 2017.

GIOPPO, Lucas Longen. *Robô seguidor de linha*. Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/msergio/portuguese/ensino-de-fisica/oficina-de-integracao-ii/oficina-de-integracao-ii/Monog-09-2-Seguidor-de-linha.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

GLOBO UNIVERSIDADE. *Brasileiros vêm conquistando espaço em competições de robôs*. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globou>>.

niversidade/noticia/2014/03/brasileiros-vem-conquistando-espaco-em-competicoes-de-robos.html>. Acesso em: 22 mar. 2017.

INFOMET. *Aços Resistentes ao Desgaste*. Disponível em: <<http://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=99>>. Acesso em: 18 set. 2017.

JESUS, Marlons Alonso Araújo de; MARTINS, Paulo Victor Ribeiro; CAL, Vinícius de Carvalho. *Robótica Autônoma: sumô de robôs*. Salvador, p. 1-2, 2008.

LEAL, Rafael Della Giustina. *Impactos sociais e econômicos da robotização: estudo de caso do projeto roboturb*. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102442/211862.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 24 set. 2016.

LINGUEE. *Alongamento a ruptura*. Disponível em: <<https://www.linguee.com.br/portugues-ingles/traducao/alongamento+a+ruptura.html>>. Acesso em: 18 set. 2017.

MATWEB. *Property Search*. Disponível em: <<http://www.matweb.com/search/PropertySearch.aspx>>. Acesso em: 13 set. 2017.

MEGGIOLARO, Marco Antônio. *Tutorial em Robôs de Combate*. Disponível em: <<https://www.riobotz.com/riobotz-combot-tutorial>>. Acesso em: 04 set. 2017.

MICHAELIS. *Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa*. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

PÉ NA TRILHA. *Trekking ou hiking*: você conhece as diferenças. Disponível em: <<http://www.penatrilha.com.br/blog/trekking-ou-hiking-voce-conhece-as-diferencas/>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

RATZ, Equipe Thunder. *Competições*. Disponível em: <<http://thunderatz.org/competicoes/>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

RIOBOTZ. *Tutorial RioBotz*. Disponível em: <[http://www.robot.bmstu.ru/files/books/\[Robotic\]%20Tutorial%20RioBotz.pdf](http://www.robot.bmstu.ru/files/books/[Robotic]%20Tutorial%20RioBotz.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2017.

ROBOCORE. *Categorias/Inscrições/Regras*. Disponível em: <<https://www.robocore.net/eventos/wc14/1>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

ROBÔS, Triton. *Robôs de combate*. Disponível em: <<http://www.tritonrobos.com.br/tipocombate.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

SHOPTIME. *Motor vidro elétrico mabuchi 8 dentes 12V*. Disponível em: <<https://www.shoptime.com.br/produto/20801172/motor-vidro-eletro-mabuchi-8-dentes>>. Acesso em: 9 out. 2017.

SILVA, E.; MENEZES, E. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

TECNOFIX. *Definição das propriedades dos materiais*. Disponível em: <http://www.tecnofixparafusos.com.br/v2/propri_materiais.php>. Acesso em: 04 set. 2017.

TREKKING, Robô. *Robôs de brasileiros conquistam prêmios e batalhas*. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2016/12/robos-de-brasileiros-conquistam-premios-e-batalhas-conheca-cenario.html>>. Acesso em: 13 set. 2017.

UAI!RRIOR, Equipe. *Guerra de Robôs*. Disponível em: <<http://uairrior.com.br/ps/guerra-de-robos.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

UNICAMP. *Comportamento dos materiais sob tensão*. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~caram/capitulo10.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2017.

AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS E METODOLOGIAS EXISTENTES PARA TRANSFORMAR O IFMG CAMPUS CONGONHAS - MG EM ESCOLA VERDE AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL

*Camila Amorim Araújo Magalhães¹, Thiago Henrique Oliveira Silva²,
Maria Angélica Vieira Pinto³, Henor Artur de Souza⁴, José Francisco de Prado Filho⁵*

Resumo: Este artigo faz um estudo dos tipos de programas e metodologias para avaliação do Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* Congonhas, tais como Eco-Escola, Selo Verde, Certificação LEED e GreenMetric, visando a melhoria das condições ambientais. Algumas ações já foram implantadas, tais como a compostagem, a instalação de uma usina de energia fotovoltaica, o tratamento de esgoto por meio de uma Estação de Tratamento (ETE), paisagismo do *Campus* e a instalação e operação de um escritório de gestão dos projetos sustentáveis da comissão. À partir deste estudo faz-se uma análise das atividades que deverão servir como novas propostas para serem desenvolvidas.

Palavras-chave: Certificação ambiental. Eco-escola. GreenMetric. Meio ambiente. Engenharia civil.

INTRODUÇÃO

O Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* Congonhas comemorou 10 anos de funcionamento. No período inicial em março/ 2016, após a aula inaugural realizada no espaço do Cine-Teatro Leon, o IFMG funcionou na Escola Municipal “Judite Augusta”, na cidade de Congonhas, durante o período um ano. A prefeitura da cidade, juntamente com o doador do terreno, Sr. Juvenal de Freitas Ribeiro, um morador de Congonhas foi professor de escolas municipais, diretor da Escola Industrial “General Ed-

¹ Aluna do Curso Técnico de Edificações do IFMG - *Campus* Congonhas. E-mail: camila.amorim2013@outlook.com

² Membro da comissão de práticas sustentáveis do IFMG - *Campus* Congonhas. E-mail: thiago.henrique@ifmg.edu.br

³ Professora do curso técnico de edificações do IFMG - *Campus* Congonhas. E-mail: mariaangelica.vieira@ifmg.edu.br

⁴ Professor do departamento de Engenharia Mecânica da UFOP. E-mail: henor@em.ufop.br

⁵ Professor do departamento de Engenharia Ambiental da UFOP. E-mail: jfprado@ufop.edu.br

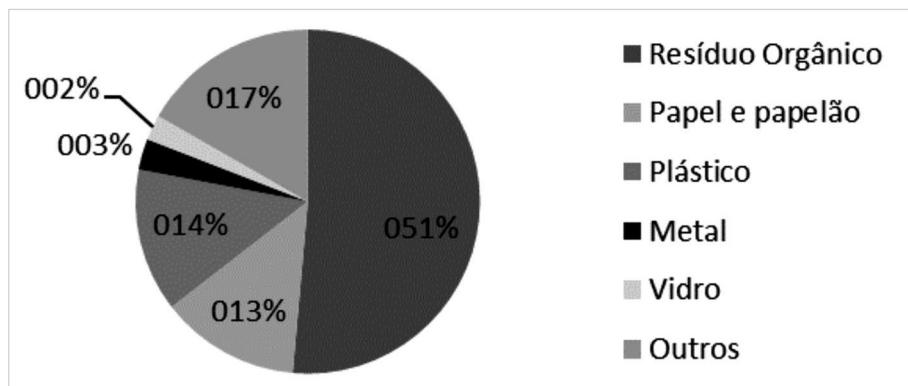
“mundo Macedo Soares e Silva”, promoveu a construção das instalações iniciais do *Campus*, o primeiro prédio de aulas. Neste período havia um prédio, que atendia todas as necessidades (aulas, laboratórios de informática e biblioteca). Em 2009, por esforço conjunto da direção geral do *Campus* Congonhas e da Reitora do IFMG, iniciava-se a estruturação do *Campus*, com o planejamento da construção de novas instalações acadêmicas e administrativas, para tornar possível a ampliação dos cursos e do número de servidores no *Campus*. Em 07 de dezembro de 2015 foi publicada uma matéria no site do IFMG *Campus* Congonhas a informando a criação da COMISSÃO DE ESTUDOS DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS do IFMG *Campus* Congonhas. Nas reuniões feitas pelos membros da comissão foram estabelecidos os primeiros projetos a desenvolver no *Campus*, que foram a implementação do *jardim filtrante* (limpeza de efluente da ETE, por meio de raízes de plantas para utilização na limpeza dos prédios e na irrigação), e o desenvolvimento do processo de *compostagem* (utilização da matéria orgânica encontrada na limpeza das plantas em um produto orgânico que poderá ser utilizado como substância para o fortalecimento das plantas). Além disso, foi de promover uma gestão sustentável e a conscientização da comunidade acadêmica, convidada a participar dos projetos. A iniciativa teve como objetivo prever maior eficiência e racionalização dos recursos ambientais disponíveis e a minimização do impacto da instituição no meio ambiente e na sociedade. Uma das propostas da comissão foi de atuar em um projeto de eficiência energética que visa reduzir o consumo de energia no *Campus*. Outras propostas que neste período foram de organizar um pomar e um viveiro de mudas e melhorias no projeto paisagístico, contribuindo para a qualidade de vida e redução de calor (IFMG, 2015).

DESENVOLVIMENTO

Os resíduos orgânicos correspondem a mais de 50% em peso, do total produzido no Brasil. A principal característica dos resíduos orgânicos é a rápida degradação, sendo que os principais responsáveis pela produção de metano e chorume em um aterro sanitário, ambos com elevado potencial de poluição ao meio ambiente. O chorume é um líquido de cor escura e malcheirosa produzida a partir da decomposição da matéria orgânica e possui elevada carga orgânica, podendo conter também metais

pesados. Este líquido, ao entrar em contato com a água dos rios, a sua carga orgânica pode reduzir a concentração de oxigênio, resultando na morte de peixes e de outros seres vivos. O principal impacto negativo do metano, gás tóxico e inflamável, é potencial poluidor muito maior que o gás carbônico em se tratando de efeito estufa. A distribuição da porcentagem de resíduos sólidos domiciliares coletados no Brasil, por categoria de resíduos estão representados na Figura 1.

Figura 1. Distribuição de resíduos sólidos domiciliares no Brasil.



Fonte: COMPOSTAGEM, 2016.

A sustentabilidade é um tema que está ficando cada vez mais presente na vida do brasileiro. O processo de construção de obras sustentáveis está acontecendo de forma gradual, mas já está dando resultados satisfatórios. Um exemplo é a Universidade Federal de Lavras (UFLA), considerada a universidade que ocupa a 26^a posição entre as universidades mais sustentáveis da América Latina. A conquista é resultado de um plano ambiental criado em 2009 pelo José Roberto Escolforo (Reitor em 2015). A criação da Diretoria de Meio Ambiente DMA foi uma das primeiras ações. E a seguir veio a gestão de resíduos químicos. Na UFLA existe um trabalho de coleta seletiva, onde os resíduos são levados para uma associação de catadores, onde o material é separado e vendido para a reciclagem. Na UFLA foram instalados cinco Eco-Bicicletários, nos quais existem 21 painéis fotovoltaicos, que transformam luz do sol em energia (GLOBOPLAY, 2014).

A Universidade UNISINOS, no Rio Grande do Sul, tem um atual Sistema de Gestão Ambiental que teve origem no projeto do Verde *Campus* que foi aprovado em 1997. Um grupo de funcionários levantou questões relacionadas com questões ambientais, como coleta de lixo, consumo de água e áreas verdes. A partir dos projetos iniciais, surgiram outras demandas que envolveram praticamente todas as rotinas de gestão ambiental realizadas na universidade. Em dezembro de 2004, a Universidade UNISINOS recebeu a certificação ISO 14001 que atesta que a instituição cumpre todas as normas para reduzir o impacto ambiental de suas atividades, consagrando-se como a primeira universidade da América Latina a obter o certificado (UNISINOS, 2017).

O Projeto de Lei no 568/2015 do Executivo apresenta parâmetros e ferramentas para a utilização em imóveis (novos ou construídos) que passarão por reforma ou ampliação da edificação ao adotarem o conceito sustentável e obterem o incentivo fiscal. Esse projeto de lei atende ao disposto do parágrafo único do artigo 195 da Lei nº 16.050 de 2014 – Diretrizes da Política Ambiental – que estabelece que para estimular as construções sustentáveis, lei específica poderá criar incentivos fiscais tais como IPTU Verde, destinados a apoiar adoções de técnicas construtivas voltadas à racionalização do uso de energia e água, gestão sustentável de resíduos sólidos, aumento da permeabilidade do solo, entre outras práticas (BRASIL, 2017).

As Certificações Ambientais (CA) na construção civil, do ponto de vista de políticas públicas tem como meta educar consumidores sobre impactos ambientais da produção, uso e descarte de produtos, levando a uma mudança no padrão de consumo, reduzindo os impactos negativos (TÉCHNE, 2017). A Norma NBR ISO 14001 (ABNT, 2015) certifica o sistema de gestão ambiental de empresas e empreendimentos de qualquer setor. Em sua operação, a empresa deve levar em conta o uso racional de recursos naturais, a proteção de florestas e a preservação da biodiversidade, entre outros quesitos. Ao contrário das demais certificações, não há um selo visível em produtos.

Gestão ambiental inteligente é um termo que está surgindo com o conceito de cidades inteligentes.

A justificativa deste artigo está relacionada à Educação Ambiental (EA) dos alunos do IFMG *Campus* Congonhas. A educação ambiental é básica para a orientação das pessoas em relação ao mundo em que vivem para que possam ter mais qualidade de vida sem desrespeitar o meio

ambiente. É necessário criar uma mentalidade nova com relação a recursos oferecidos pela natureza, criando novo modelo de comportamento consciente, que busca equilíbrio entre o homem e o meio ambiente. Outra questão importante é a verificação da possibilidade do IFMG *Campus Congonhas* se certificar com selo verde.

Programa Educativo Eco-Escolas

O programa educativo internacional *ECO-ESCOLAS* é promovido pela Fundação para a Educação Ambiental (Foundation for Environmental Education - FEE) tem apoio de vários parceiros que colaboram em financiamentos específicos de diferentes atividades. O programa pretende encorajar o desenvolvimento de atividades, visando a melhoria do desempenho ambiental das escolas, públicas ou privadas, com o objetivo de contribuir para a alteração de comportamentos e do impacto das preocupações ambientais nas diferentes gerações. Outro foco do programa é criar hábitos de participação e de cidadania que permitam melhorar a qualidade de vida na escola e na comunidade

As vantagens da certificação do Programa *ECO-ESCOLAS* são:

- Colaborar com os princípios da Agenda 21;
- Seguir diretrizes da Lei nº 9.795/99 ref. à Política Nacional de Educação Ambiental;
- Participar de um programa existente há mais de vinte anos, testado e aprovado em 50 países;
- Estar integrado em uma rede internacional com mais de 4.000 escolas em todo o mundo;
- Participar de campanhas mundiais simultâneas (através de rede internacional);
- A busca constante de pela existência de uma gestão ambiental coerente e com qualidade (PROJETO *ECO-ESCOLAS*, 2018).

Metodologia SETE PASSOS

Existe uma metodologia que se chama *SETE PASSOS*. A metodologia dos sete passos funciona como um quadro de orientação para que uma escola alcance e seja reconhecida como uma *eco-escola*. Os sete passos são, basicamente:

- Formação do CONSELHO *ECO-ESCOLA* – serve como uma força motriz do processo inteiro que dirige as ações do programa na escola. Independente de sua constituição deve cumprir as finalidades solicitadas e assegurar a representação dos estudantes.
 - Diagnóstico ou pesquisa ambiental – fazer uma revisão e avaliação do impacto ambiental da escola. É nesta fase que é verificada a prioridade de uma mudança e o reflexo desta ação na escola¹.
 - Elaboração do plano de ação – o plano de trabalho deverá ser elaborado com base nos resultados da auditoria ambiental e com a participação das crianças e jovens envolvidos. No plano de ação deverá ter custos, metas, prazos razoáveis, priorizando as ações viáveis a curto, médio e longo prazo.
 - Monitoria e avaliação – as metas estabelecidas no plano de ação devem ser atingidas. Para que isso ocorra, é necessário sempre monitorar e medir o progresso, avaliando o seu sucesso e as eventuais alterações necessárias.
 - Trabalho curricular – as atividades ligadas a *ECO-ESCOLAS* ligadas ao currículo assegura que o *ECO-ESCOLAS* realmente esteja integrado na comunidade escolar. A estratégia geral é infundir conceitos de educação ambiental nas disciplinas já existentes e não apresenta-las como um novo assunto.
 - Informação e envolvimento da escola e comunidade – a busca do envolvimento de toda a escola e da comunidade local é importante. Este objetivo pode ser alcançado através da realização de divulgações, exposições, eventos festivos da escola, concursos e outros eventos especiais, a fim de que a comunidade foque a atenção no trabalho desenvolvido, realçando a evolução do desempenho ambiental da escola.
 - Criação do *ECO-CÓDIGO* – o *Eco-Código* é uma relação dos objetivos alcançados e traduzidos em ações concretas que todos os membros da escola devem seguir. A elaboração da estratégia do eco-código poderá ser definida por cada escola (ECOESCOLA, 2018).

Após a comprovação dos Sete Passos a escola recebe a *Bandeira Verde* (certificação) após a auditoria que são feitas em conjunto pelo Instituto Ambientes em Rede (Operador Nacional no Brasil) (IARBRASIL, 2018), assim como pela Foundation for Environmental Education - FEE (Operadora Internacional).

Selo Verde

O *selo verde* oferece melhores técnicas construtivas para o setor empresarial. Essa certificação se baseia no quanto responsável a empresa é na hora de executar suas atividades com menos impacto ambiental possível. As principais vantagens do selo verde são:

- Diminuição de custos operacionais na obra;
- Melhor qualidade de vida do usuário;
- Agregar valor no preço de venda e gerar mais satisfação para o cliente;
- Marketing espontâneo para as empresas responsáveis;
- Redução, tratamento e reuso dos sólidos da construção;
- Inclusão social e aumento do senso coletivo;
- Maior conscientização ambiental de trabalhadores e usuários.

Os critérios para avaliação e certificação com *selo verde* são:

- O menor impacto possível no ecossistema;
- O uso racional e o reuso de recursos naturais, como a água;
- Relação do empreendimento com o seu entorno;
- Contrapartida social;
- O descarte consciente de materiais e resíduos;
- Madeira proveniente de manejos responsáveis nas florestas.

Existem muitos fatores que podem fazer com que uma instituição seja considerada sustentável, dedicação e força de vontade são extremamente importantes para manter esse parâmetro. Alguns passos que poderão ser seguidos são:

- Controle de efluentes;
- Controle de energia e reuso da água;
- Alimentação orgânica;
- Coleta de indicadores ambientais;
- Treinamento e sensibilização dos alunos;
- Guia com práticas sustentáveis;
- Desenvolvimento de projetos de pesquisa voltados ao assunto;
- Auditorias ambientais para indicar melhorias;
- Diagnóstico de impactos diretos ou significativos para o meio ambiente;

- Utilização de papel reciclado;
- Espaços verdes;
- Controle da vegetação;
- Departamento para gestão ambiental;
- Programas de reciclagem;
- Ferramenta de análise de sustentabilidade;
- Racionalização do uso de combustíveis;
- Eventos na área ambiental;
- Treinamento de sensibilização dos funcionários;
- Soluções baseadas no padrão de gerência ambiental da ISO 14001;
- Programas de conscientização voltados para a população;
- Parceria com instituições sustentáveis;
- Materiais de avaliação ambiental;
- Promoção de biodiversidade dos ecossistemas do *Campus*;
- Critérios ambientais com fornecedores de materiais de consumo;
- Construções e reformas seguindo padrões sustentáveis;
- Cursos de formação de gestores ambientais;
- Sistemas de saúde e segurança;

Utilização do instrumento de certificação Leed como subsídio de avaliação de sustentabilidade da instituição

O objetivo da análise da Certificação LEED no IFMG tem características econômicas, sociais e ambientais. O benefício econômico é a diminuição de custos operacionais, modernização e menor obsolescência da edificação. O benefício social é a melhoria da segurança, priorizar a saúde dos ocupantes e funcionários, inclusão social, aumento do senso da comunidade, da produtividade dos funcionários e alunos, e estímulos a política pública para fomentos a construção sustentável nas escolas.

A metodologia utilizada é o diagnóstico do IFMG, formação de grupos de trabalho contando com a parceria da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e análise dos resultados.

A certificação LEED avalia a redução de impactos ambientais no momento da construção, o que indica que o projeto gerou um bem-estar maior para a sociedade em que está inserido. O LEED é o principal selo da construção ambiental em todo o mundo.

Esse selo possui quatro tipos, são eles:

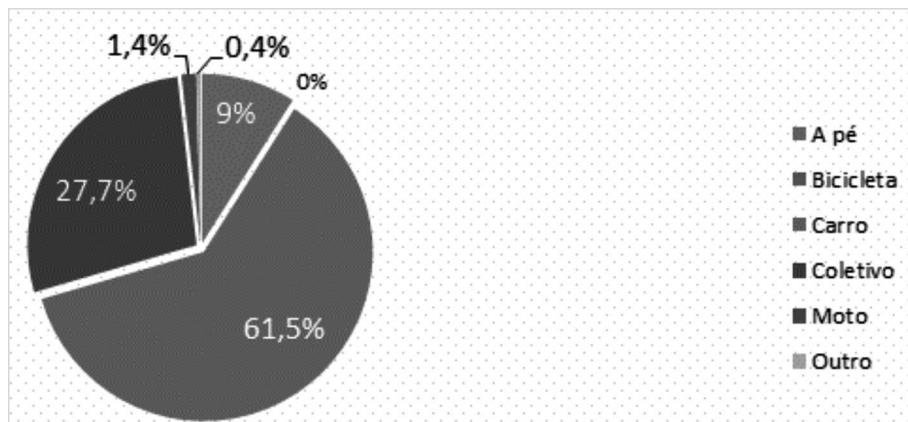
- Building Design + Construction (BD+C) = Novas construções e grandes reformas;
- Interior Design + Construction (ID+C) = Escritórios comerciais e lojas de varejo;
- Operation + Maintenance (O+M) = Edifícios existentes;
- Neighborhood (ND) = Bairros.

A tipologia utilizada nesse artigo é a O+M com a aplicação em escolas, que é para edifícios existentes que consistem de espaços de aprendizado primário e secundário e também pode ser usado em educação superior e edifícios não acadêmicos dentro de um *Campus* de educação. Na análise da Certificação LEED, o primeiro item se refere à mobilidade urbana.

As tipologias analisam oito áreas: localização e transporte, espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos, créditos de prioridade regional.

Uma das questões que esta sendo levantada no Projeto de Extensão “Proposta de Estudo de Mobilidade Urbana em Monumentos de Valor Histórico na Cidade de Congonhas, Minas Gerais – Parte 2” é referente ao tipo de locomoção que é mais utilizado na cidade. Até o dia 06 de setembro de 2018, as respostas dos entrevistados foram (Figura 2):

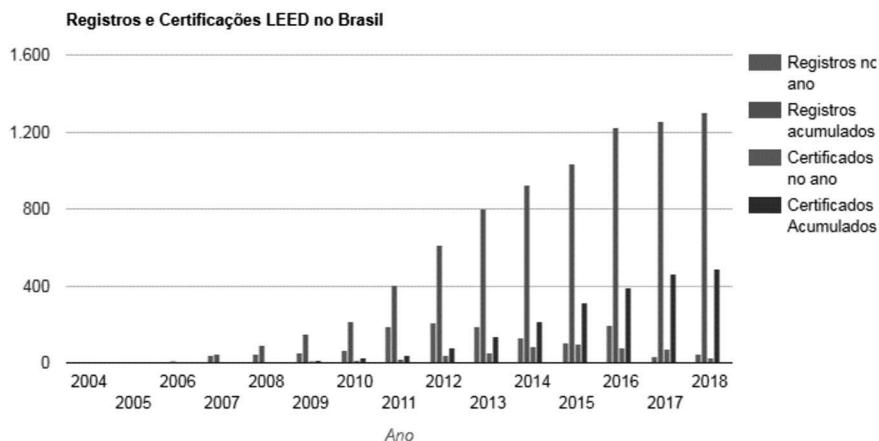
Figura 2. Tipos de locomoção mais utilizada na cidade de Congonhas.



Fonte: Autores, 2018.

No Brasil os registros e certificações LEED tem crescido anualmente. No ano de 2012, o número de registros de certificações foi 41. Em 2017 houve um aumento dos registros, ou seja, 72 certificados e a quantidade de certificados acumulados foram 465 (GBC, 2018).

Figura 3. Registros e Certificações LEED No Brasil.



Fonte: GBC, 2018.

Avaliação de sustentabilidade com o uso do UI GreenMetric

Os problemas relacionados à sustentabilidade são amplamente discutidos. O objetivo é encontrar as necessidades da população atual sem prejudicar o bem estar das gerações futuras e a resiliência dos ecossistemas. Logo, as instituições superiores tem papel fundamental de incentivar suas comunidades a adquirir, manter e promover esforços sustentáveis em sua rotina. Espera-se que as universidades sejam referências de boas práticas na promoção do desenvolvimento sustentável.

O UI GreenMetric World University Ranking é uma iniciativa da Universidade da Indonésia que tem como objetivo permitir uma pesquisa online das condições e políticas atuais relacionadas à sustentabilidade das universidades em todo o mundo. A coleta de dados é feita por dados nu-

méricos que são analisados em pontuações que refletem os esforços sustentáveis realizados pela instituição.

Assim, permite uma comparação entre universidades de todo o mundo, facilitando os incentivos para melhorar os esforços em direção à sustentabilidade (GREENMETRIC, 2018). A UI GreenMetric foi desenvolvida tendo em conta vários sistemas existentes de avaliação de sustentabilidade e classificações de universidades em vigor. Os sistemas de avaliações consultados foram Holcim Sustainability Awards, GREENSHIP (o sistema avaliativo desenvolvido pela Indonésia, que teve como base o sistema Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) aplicado nos EUA e outros países), o sistema College Sustainability Report Card (Green Report Card) e o sistema Sustainability, Tracking, Assessment and Rating System (STARS).

No ano de 2010 o UI GreenMetric World University Ranking foi criado, que contou com a participação de 95 universidades de 35 países. Em 2017 houve a participação de 619 universidades, de 75 países participaram do UI GreenMetric World University, com 64 universidades da América Latina e 17 universidades brasileiras.

O instrumento adota o conceito de sustentabilidade que possui três elementos: ambientais econômicos e sociais. O aspecto ambiental inclui o uso de recursos naturais, gestão ambiental e a prevenção da poluição. O aspecto social está relacionado com a educação, comunidade e compromisso social. O aspecto econômico inclui a questão dos lucros e redução de custos.

O evento II National GreenMetric for Universities in Brazil - 2018 teve como base o fortalecimento da rede, que permitiu as universidades mostrarem suas iniciativas, trocas de experiências, resultados e dificuldades com os esforços para abordar a questão da sustentabilidade dentro de seus campi.

A Universidade Nacional da Colômbia fez uma apresentação no workshop da Política Ambiental “Acordo 016 de 2011 “Por meio do qual a Universidade Nacional da Colômbia é estabelecida” de acordo com os critérios:

- Promover um ambiente saudável;
- Proteger o ambiente natural;
- Propor alternativas sustentáveis para resolver problemas ambientais;

- Incluir transversalmente a dimensão ambiental nos processos de ensino, pesquisa, extensão e funcionamento administrativo;
- Trabalhar nos melhoramentos de melhoria contínua, prevenção de poluição e conformidade com os requisitos ambientais legais aplicáveis em vigor;
- Fixar as linhas essenciais da universidade para o desenvolvimento da política ambiental: treinamento ambiental, gestão administrativa ambiental e gestão adequada de recursos ambientais.

Dentro das pesquisas que estão sendo desenvolvidas na Universidade da Colômbia se destaca a captação de água de chuva, compostagem e emissão mensal de CO₂. Como resultados obtidos foi o desempenho ambiental da Universidade da Colômbia, em todas as suas sedes, melhorou significativamente nos últimos anos. Houve a obtenção da certificação da Norma ISO 14001 pelos escritórios de Manizales, Palmira e Bogotá. Em todos os campi da Universidade da Colômbia montaram grupo de trabalho, criação de escritório de gestão ambiental, campanhas de educação e conscientização ambiental, entre outros.

CONCLUSÕES

Este artigo contribui para divulgação e conhecimento da sustentabilidade na construção civil das escolas. No Brasil, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS é um dos meios que auxilia no incentivo a criação de políticas públicas em prol da evolução da sustentabilidade no setor de construção civil, e com isso o país vem aos poucos adaptando e aderindo novas soluções sustentáveis.

A aplicação de políticas que garantem a sustentabilidade ambiental representa uma realidade que se leva em consideração à capacidade de reposição que o planeta tem de seus recursos juntamente com a manutenção de medidas que permitam uma maior justiça social.

As alterações de consumo e a educação da população para o real significado das políticas de conservação do meio ambiente pode ser a única forma de garantir a sustentabilidade ambiental de forma efetiva e com resultados em médio e longo prazo.

As ações que estão sendo tomadas no *Campus* gera uma contribuição para a formação de professores e membros da comunidade acadêmica sobre a importância da preservação do meio ambiente, sustentabilidade e alternativas locais para práticas ambientais tendo como consequência um avanço em pesquisas, ensino e extensão, um fortalecimento da rede de ensino no IFMG, facilidades de trocas de informações entre o IFMG e a UFOP através de parcerias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 14001: 2015. Sistemas de Gestão Ambiental. Requisitos com orientações para uso*, p. 41.

COMPOSTAGEM, 2016. *Compostagem: nada se cria. Nada se perde: tudo se transforma*. Luciana Miyoko Massukado. Editora IFB. 1. ed. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília.

ECOESCOLA. A metodologia dos 7 passos. *Eco Escolas*. Disponível em: <<http://www.ecoescolas.org.br/metodologia/>>. Acesso em: 26 agosto 2018.

ECO-ESCOLAS. *Projeto Eco-Escolas*. Disponível em: <<http://www.dge.mec.pt/projeto-eco-escolas>>. Acesso em: 28 agosto 2018.

FEE. Eco-Schools is the largest global sustainable schools programme – it starts in the classroom and expands to the community by engaging the next generation in action-based learning. Eco-Schools. Disponível em: <<http://www.fee.global/>>. Acesso em: 06 set. 2018.

GBC. Certificações LEED. *Empreendimentos LEED*. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/graficos-empreendimentos.php>>. Acesso em: 07 set. 2018.

GREENMETRIC. *II National Workshop on UI GreenMetric for Universities in Brazil - 2018*. Disponível em: <<https://sites.google.com/usp.br/greenmetric/2018/home>>. Acesso em: 02 set. 2018.

IARBRASIL, 2018. Disponível em: <<http://iarbrasil.org.br/quem-somos/>>. Acesso em: 06 set. 2018.

PINTO, M. A. V, MAGALHÃES, C. A. A., SILVA, T. H. O., SOUZA, H. A., PRADO FILHO, J. F. *Proposta de transformar o IFMG Campus Congonhas - MG em escola ambientalmente sustentável*. II National Workshop on UI GreenMetric for Universities in Brazil, na Universidade de São Paulo (USP).

PROJETO DE LEI Nº 568/2015 do Executivo. Câmara Municipal de São Paulo. Secretaria Geral Parlamentar. Secretaria de Documentação. Equipe de Documentação do Legislativo.

TÉCHNE, 2017. *Revista mensal*. Edição 246, ano 25 - set. 2017. p. 56.

ELABORAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS MULTISENSORIAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS

*Ana Rachel Carvalho Leão¹, Arilson Paganotti², Crislayne Aparecida Modesto Reis³,
Douglas de Oliveira Assis⁴, Renan Antônio de Resende⁵*

Resumo: Nos últimos anos, a educação das pessoas surdas no Brasil teve alguns avanços, como a lei que reconheceu a Libras como língua oficial da comunidade surda e a criação de políticas públicas inclusivas no ano de 2008. No entanto, ainda são poucos os materiais didáticos criados pensando-se nos alunos surdos, em suas especificidades culturais e em suas identidades visuais. Na área da educação de surdos e no ensino de Física, alguns trabalhos já tratam da necessidade de materiais didáticos multissensoriais, que são materiais que mobilizam vários sentidos, como a visão, o tato, o olfato e não dependem da audição. Pensando nisso, no início de 2018, criamos um projeto de pesquisa cujo principal objetivo é a elaboração de materiais didáticos multissensoriais de Física para alunos surdos. O projeto pretende elaborar trinta atividades experimentais com conteúdos do Ensino Médio. Um manual com as atividades será divulgado pelo país ao final do projeto.

Palavras-chave: Ensino de física. Surdos. Libras. Materiais didáticos multissensoriais.

INTRODUÇÃO

No ano de 2018, criamos o projeto “Elaboração de materiais didáticos multissensoriais para o ensino de Física para surdos”. A ideia do projeto surgiu tanto da necessidade de a comunidade surda ter materiais didáticos mais adequados e, assim, aprender melhor os conteúdos de Física tratados no Ensino Médio, quanto de poder contribuir para a forma-

¹ Professora do departamento de Linguagens e suas tecnologias do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: ana.leao@ifmg.edu.br

² Professor do departamento de Física do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: arilson.paganotti@ifmg.edu.br

³ Licenciada em Física pelo IFMG - Campus Congonhas. E-mail: crialynemodesto@hotmail.com

⁴ Aluno do curso de Licenciatura em Física. E-mail: douglasassis.fisica@gmail.com

⁵ Aluno do curso de Licenciatura em Física. E-mail: renanantonio68@gmail.com

ção de alunos do curso de Licenciatura em Física do *Campus* que atuam no projeto como bolsistas.

Até o mês de agosto de 2018, dez atividades de conteúdos da Física que são ensinados no primeiro ano do Ensino Médio já foram elaboradas. Para todos os conteúdos, novas formas de ensiná-los são propostas, levando-se em consideração o fato de os surdos serem pessoas mais visuais, já que não possuem o sentido da audição (MURTA, 2015). Como resultado, pretendemos, ao final do ano, publicar um manual com todas as atividades elaboradas para escolas de todo o Brasil, para que professores de Física possam aplicá-las com seus alunos surdos. Esperamos que o produto final que iremos produzir possa ser distribuído por meio eletrônico. Acreditamos ser esse o meio mais fácil, uma vez que o custo para elaboração e distribuição será menor.

Ao produzirmos um manual com linguagem clara, que possa explicar minuciosa e objetivamente cada atividade, esperamos que professores das diversas cidades do Brasil possam utilizá-lo e, assim, garantir mais acessibilidade aos alunos surdos matriculados em tantas escolas. Esse manual é importante porque os livros didáticos adotados pelas escolas brasileiras são livros pouco acessíveis para a comunidade surda, uma vez que são escritos em Língua Portuguesa, língua que é considerada a segunda língua deles. Levantaremos, agora, algumas reflexões sobre as línguas faladas no Brasil.

No ano de 2002, o Brasil passou a ser considerado um país bilíngue com a promulgação da Lei Federal 10.436 de 24 de abril, que oficializou a Libras como a língua da comunidade surda. Três anos depois, com o Decreto 5.626, a Libras foi declarada como a primeira língua dos surdos brasileiros, enquanto a Língua Portuguesa passou a ser a segunda língua deles. Contudo, esse decreto considerou que a modalidade escrita da Libras não seria aceita oficialmente, tendo os surdos que aprender a ler e a escrever em português.

É importante marcarmos aqui uma grande diferença entre a Libras e a Língua Portuguesa. O português é uma língua de modalidade oral-auditiva, enquanto a Libras é uma língua visual e espacial, ou seja, é falada com o corpo no espaço e percebida pelos olhos. Sendo assim, a comunidade surda sinalizadora, que se comunica na maior parte do tempo por meio da língua de sinais, acredita que a Libras é a língua mais natural pa-

ra eles, uma vez que, a princípio, não têm contato com o Português oral desde o seu nascimento.

Se as aulas de Física acontecem somente em Língua Portuguesa e os livros didáticos que as escolas utilizam também são escritos nessa língua, como os alunos surdos podem ser realmente incluídos se não terão amplo acesso a todos os recursos educacionais que lhes são oferecidos em sala de aula? Concordamos com Figueiredo e Guarinello (2013: 178) que é preciso também oferecer recursos visuais na educação dos surdos. Sendo assim, é de extrema importância o professor fazer uso de textos verbais e não-verbais e de textos que unem as duas modalidades, ou seja, textos multimodais. Textos multimodais são aqueles que utilizam textos escritos e imagens, tabelas, gráficos e equações. Nesse tipo de material, segundo Oliveira (2009: 2), não é possível prestar atenção apenas na mensagem escrita, pois essa constitui apenas um dos elementos representacionais que co-ocorrem dentro de um texto, tais como: a formatação, o tipo de letra, a presença de ilustrações e todo tipo de informação advinda de outros modos semióticos embutidos na cultura escolar ou na sociedade em que o escrevente (qualquer pessoa que escreve e não apenas o “escritor”, no sentido literário do termo) se insere (OLIVEIRA, 2009: 2).

Defendemos, com o projeto, a ideia de que o livro didático possa ser aliado a outros materiais multissensoriais para auxiliar professores e alunos surdos em seus processos de ensino e aprendizagem. Quanto mais recursos multissensoriais os alunos surdos tiverem acesso, melhor será o entendimento do conteúdo, uma vez que eles não mais dependerão somente do entendimento da língua portuguesa escrita.

A Inclusão social

Ao longo dos anos, a inclusão social vem sendo foco de vários projetos e estudos. Com o passar do tempo, com a evolução de conceitos, a deficiência deixou de ser um empecilho e uma justificativa para a exclusão dos estudantes, e foi necessária a elaboração de direitos que asseguram a inclusão de modo amplo na sociedade.

A Secretaria de Educação Especial (2004) garante que todos os cidadãos tenham a mesma oportunidade para o ingresso e a conservação na educação escolar, seja qual for sua condição física, cognitiva ou social. Entretanto, é perceptível que esse direito não atende a todos os es-

tudantes, em especial os NEE (estudantes com Necessidades Educacionais Especiais).

A Secretaria de Educação Especial também defende que não é o estudante que precisa habituar-se à escola, ao contrário, é a instituição que necessita ser consciente do seu papel, transformando, assim, a escola em um local inclusivo. Até a década de 1990, a educação especial era considerada uma terapia, visto que a sociedade tinha uma visão de que o sujeito tinha que se adequar à escola.

A conferência Mundial sobre Necessidades Educacionais Especiais em Salamanca, na Espanha, em junho de 1994, assegura que as pessoas com necessidade educacionais especiais devem ter acesso às escolas comuns, que deverão integrá-las numa pedagogia centralizada na criança, capaz de atender a essas necessidades. Segundo Oliveira, Biz e Freire (2002), a pessoa com deficiência necessita de alternativas para auxiliá-la em sua adaptação. Entretanto, é notório que isso não vem ocorrendo de forma desejada e, por muitas vezes, o professor se sente despreparado para atender esses alunos, sem material de apoio que possa dar um suporte adequado.

Por isso é necessária a elaboração de materiais e projetos que sejam capazes de assegurar que todos esses direitos sejam garantidos. Segundo Soler (1999), a criação de materiais multissensoriais possibilita aos estudantes reconhecer fenômenos estudados utilizando diferentes sentidos humanos.

Ensino de Física para surdos

Ao refletir sobre a questão da educação de alunos surdos, Bernardino, (2000: 63) propõe que a melhor forma de se ensiná-los é por meio da língua de sinais, pois “o surdo, devido à sua intensa predisposição à visualidade, deve aprender de forma muito mais eficiente quando a significação, ou o nível de processamento semântico, é trabalhada através do aspecto visual da língua de sinais”. Já Nery e Batista (2004: 289) discutem algumas propostas que levam a língua de sinais em consideração na educação de surdos, como a presença de intérpretes na sala de aula quando o professor não conhece a Libras, fato que Lacerda (2006) questiona. A autora (LACERDA, 2006: 169) considera que o aluno surdo frequentemente não compartilha uma língua com seus colegas e professores, estando em desigualdade linguística em sala de aula, sem garantia

de acesso aos conhecimentos trabalhados, aspectos esses, em geral, não problematizados ou contemplados pelas práticas inclusivas.

Lacerda (2006), não basta a presença do intérprete, mas a escola como um todo precisa se adequar para que a aprendizagem do aluno surdo se dê de forma eficaz. A autora sugere medidas como “adequação curricular, aspectos didáticos e metodológicos, conhecimentos sobre a surdez e sobre a língua de sinais, entre outros” (LACERDA, 2006: 177). O manual que pretendemos lançar será adequado tanto pedagógica quanto metodologicamente, uma vez que será de fácil utilização pelos professores que o receberem, já que os materiais que serão precisos para as atividades são materiais acessíveis e de baixo custo.

As Políticas Públicas de Inclusão do ano de 2008 asseguram que os alunos deficientes devem ter suas entradas e permanências garantidas nas escolas, assim como devem ter, também, suas necessidades educacionais atendidas. Em 2001, foi aprovada a Lei nº 10. 172, sobre o Plano Nacional de Educação, que assegura que as escolas devem disponibilizar recursos didáticos especializados de apoio à aprendizagem nas áreas visuais e auditivas. No entanto, reconhecemos que o trabalho da inclusão muitas vezes pode ser difícil de ser colocado em prática, já que os professores possuem pouco acesso a materiais que possam lhes auxiliar nessas tarefas. Ajudar a diminuir um pouco essa lacuna é um dos nossos objetivos com este projeto. Concordamos com Marchesi (1995, apud Pinotti e Boscolo, 2008) que utilizar materiais de apoio como desenhos, vídeos e cartas são de suma importância para a garantia do processo de aprendizagem e interpretação de textos ou conteúdos ministrados em sala de aula. Esses materiais auxiliam a prática do professor e o entendimento dos alunos, deficientes ou não. Ou seja, são materiais que auxiliam toda a classe. Além disso, os materiais chamados por Soler (1999) de materiais multissensoriais, são materiais que podem ajudar os estudantes deficientes a reconhecerem os fenômenos estudados em Física utilizando diferentes sentidos humanos.

No caso de alunos surdos, é preciso substituir os estímulos sonoros por estímulos visuais. De acordo com Hubert (2013), o aluno surdo muitas vezes não consegue aprender da mesma forma que o aluno ouvinte. Assim, o visual vale muito mais do que a escrita. Além da escrita, a fala oral também dificulta a aprendizagem de alunos surdos. Sobre esse fato, Abreu (2014) faz um alerta sobre o ensino de Física no Ensino Médio se

dar, em muitas escolas, por metodologias que se baseiam na oralidade e na escrita do professor. Isso ressalta a importância de os professores terem acesso a recursos didáticos diferenciados, que valorizem a exploração visual dos conteúdos e a interatividade entre alunos e professores. Para Abreu (2014), então, mais importante que o uso de um recurso didático, é o resultado que ele deve proporcionar aos alunos.

Assim, “os recursos devem servir para mobilizar as capacidades dos alunos e auxiliá-los no desenvolvimento de competências e habilidades, nas quais a Física é compreendida como cultura necessária à compreensão do mundo contemporâneo” (ABREU, 2014: 31). Ainda sobre o ensino de Física, Silva (2013: 84) defende que “as atividades de experimentação possibilitam aos alunos surdos um canal visual de ensino, já que interagindo e observando os fenômenos os alunos poderão aproximar-se ainda mais dos conceitos científicos através do canal visual”. O autor defende que o laboratório funciona como o ambiente onde é estabelecido o contexto de aprendizagem. Como nem todas as escolas brasileiras contam com laboratórios à disposição de alunos e professores, as atividades que comporão o manual, nosso produto final, serão atividades que poderão ser desenvolvidas sem um laboratório para o ensino de Física, mesmo reconhecendo a importância desses espaços nos processos de ensino-aprendizagem.

O trabalho de Silva (2013), acima mencionado, ressalta a importância de materiais didáticos que sejam elaborados pensando-se em alunos surdos, uma vez que grande parte dos materiais são principalmente voltados para alunos ouvintes. O autor cita, por exemplo, livros didáticos de Física do Ensino Médio que ao trabalharem o conteúdo de Acústica dão apenas enfoque oralista na explicação. Outros conteúdos também costumam ser trabalhados com muito enfoque nos sons e na língua oral, fato que dificulta a aprendizagem de alunos surdos. O que reforça ainda mais a importância deste projeto.

METODOLOGIA

A primeira etapa de nosso trabalho, após formação da equipe, foi selecionar dois dos principais livros didáticos utilizados para o ensino de Física no Ensino Médio. Após essa seleção, alguns conteúdos foram escolhidos para terem atividades criadas por nossa equipe.

Com os conteúdos de Física selecionados, temos um tempo para nos dedicar a cada um deles, fazendo seleção de materiais que deverão ser adquiridos para a montagem das atividades. As atividades serão diferentes das já existentes nos livros didáticos e serão atividades que sejam fáceis de serem recriadas em outras escolas, por outros professores. Nossa preocupação é utilizar materiais que sejam acessíveis e de baixo custo, por acreditarmos que, assim, isso permitirá uma ampla utilização do manual que vamos criar ao final do projeto.

Todo o processo de criação das atividades é fotografado e, eventualmente, registrado em vídeo. Ao final, teremos fotos dos materiais que forem utilizados em cada uma das atividades e as quantidades necessárias para suas produções. Além disso, no manual haverá, também, fotos das atividades sendo colocadas em prática, de modo a facilitar o entendimento delas pelos professores que irão utilizá-las futuramente.

De modo a garantirmos a qualidade do manual que será elaborado ao final do projeto, professores de Física irão avaliar cada uma das atividades e poderão sugerir melhorias. A validação desses professores será de extrema importância, uma vez que são os profissionais que utilizarão tais atividades após publicação do manual. A parte da validação também poderá ser filmada, como forma de documentação dessa parte que é tão importante para o projeto.

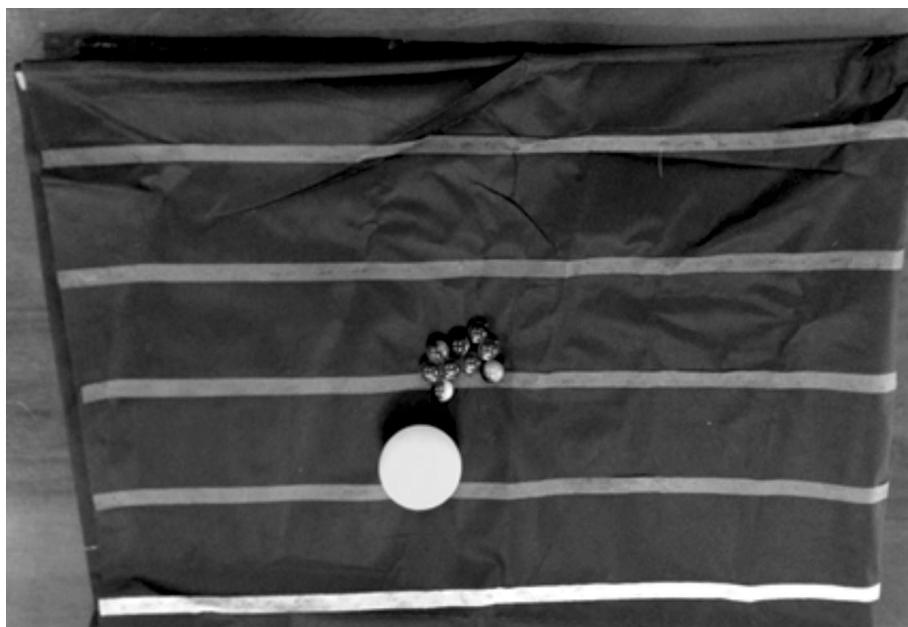
Uma das últimas etapas será o teste das atividades por alunos surdos. Para que esse teste seja possível, os alunos irão assistir a algumas aulas ministradas pelos alunos bolsista do projeto, em que irão explicar os conteúdos de Física a que pertencem cada uma das atividades. Estas aulas serão interpretadas para a Libras por um intérprete profissional. Após as aulas, os alunos surdos irão fazer as atividades. Esta parte será devidamente registrada por meio de fotos e vídeos. Os resultados das atividades também irão nos auxiliar em possíveis mudanças que deverão acontecer nas atividades de forma a atenderem melhor a comunidade surda.

Por fim, a última etapa do nosso trabalho será a construção do manual. Cada atividade virá acompanhada de um texto explicativo, informações sobre os materiais que serão necessários para a sua reprodução e informações de qual(is) conteúdo(s) da Física faz(em) parte. O manual contará com muitas imagens e será divulgado de forma eletrônica para escolas de todo território brasileiro. Quanto mais divulgado, mais alunos conseguiremos atingir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estando o projeto em fase de execução, não temos todas as atividades concluídas. Entretanto, mostraremos algumas das que já foram finalizadas, todas referentes ao conteúdo de Física que é ensinado no primeiro ano do Ensino Médio. O primeiro roteiro de atividades é relacionado ao conceito de Queda Livre. Propomos, nesse caso, uma atividade visual, em que corpos de diferentes massas serão abandonados de uma mesma altura. A atividade será realizada com o auxílio de uma câmera de celular, e a partir da observação da queda e das próprias imagens, o aluno poderá desenvolver as atividades propostas. Preocupamo-nos em trabalhar com materiais de baixo custo e, nessa atividade, por exemplo, os recursos são de fácil acesso. A Figura 1 mostra os materiais empregados.

Figura 1. Materiais utilizados na prática.



Fonte: Acervo dos autores.

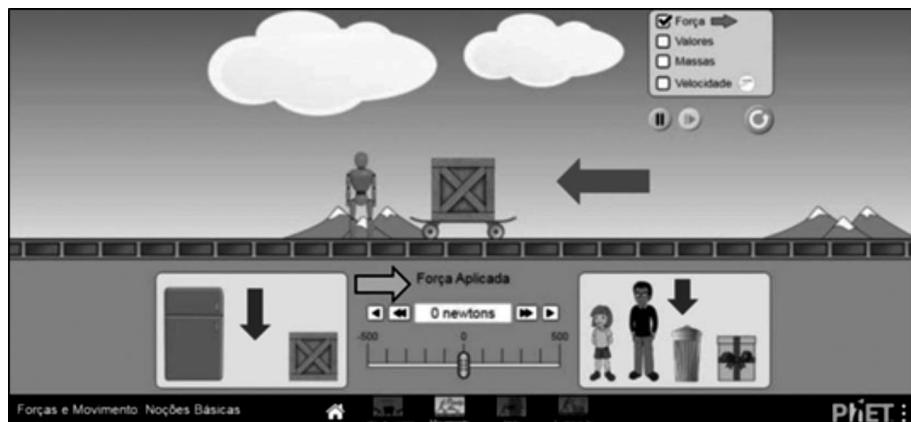
A segunda atividade relaciona-se ao Lançamento Oblíquo. Utilizaremos parte dos materiais do primeiro roteiro, o que facilita sua execução. Nessa atividade, utilizaremos também um transferidor e uma mola ou elástico para efetuar o lançamento (o professor pode usar aquele que julgar conveniente). O lançamento deverá ser filmado e, a partir das imagens, o aluno efetuará os cálculos.

A terceira atividade visa o entendimento da força de atrito. Para isso, trabalharemos com o tato. O aluno poderá perceber que a força de atrito surge da “rugosidade” de certas superfícies, quando essas deslizam umas sobre as outras, e poderá ainda desenvolver certas habilidades em trabalhar com o plano inclinado.

Os roteiros quatro, cinco e seis correspondem, nessa ordem, a cada uma das Leis de Newton do Movimento. Nesse contexto, julgamos pertinente trabalhar com simulações computacionais do site Phet⁶, que nos permite realizar experimentos sem a necessidade de materiais de difícil acesso e é condizente com nossa proposta, já que estimula habilidades visuais, por ser bastante ilustrativo.

A Figura 2 apresenta a simulação utilizada para tratarmos das Leis de Newton.

Figura 2. Simulação sobre Força e Movimento.



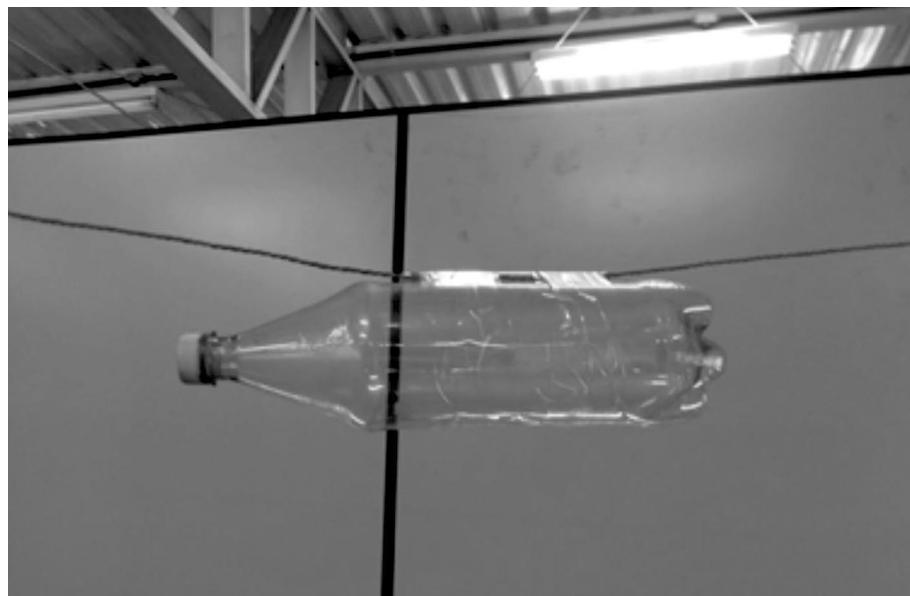
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html.

⁶ https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

Na Figura 2, setas coloridas indicam as possibilidades de se trabalhar com a ferramenta: as setas vermelhas mostram os objetos que podem ser utilizados, a seta amarela mostra como variar a força aplicada e a seta verde indica o skate que será colocado em movimento. Nessa simulação, é possível minimizar todas as forças dissipativas, o que não poderia ser alcançado em situações reais sem a presença de equipamentos sofisticados.

A Terceira Lei de Newton será abordada com uma atividade experimental. A partir de um foguete de garrafa pet, mostraremos o princípio da ação e reação. Serão utilizados apenas álcool, uma garrafa pet e um fio longo. A Figura 3 mostra a montagem adotada.

Figura 3. Montagem experimental para a Terceira Lei de Newton.



Fonte: Acervo dos autores.

O conteúdo de Equilíbrio será trabalhado por meio de uma montagem envolvendo uma régua e alguns pesos. Ao equilibrar a régua em um ponto de apoio, pesos serão pendurados em ganchos fixos a régua,

em diferentes posições, e o aluno deve sempre buscar o equilíbrio do sistema. Assim, deverá verificar que, além do somatório de forças ser nulo, o somatório do Momento também deverá ser (considerando situações estáticas).

A oitava atividade é sobre Energia. Nessa etapa, utilizamos dois recursos: primeiramente, uma simulação computacional do site Phet que apresenta as transformações de energia em uma rampa de skate. A Figura 4 apresenta a simulação.

Figura 4. Simulação utilizada para se tratar o Princípio da Conservação da Energia.



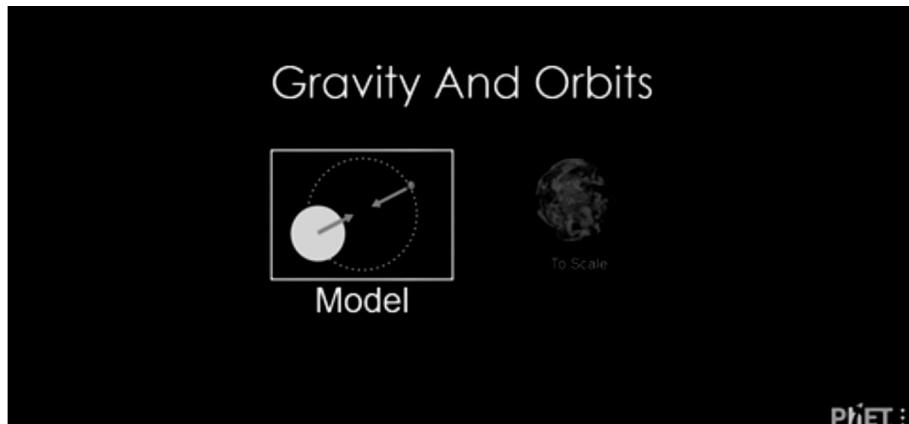
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt.html.

Ao final, utilizaremos uma rampa de madeira com marcações de altura, que pode ser facilmente construída. Dela, serão soltos objetos esféricos e o aluno deverá verificar a transformação da Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética. Utilizaremos, além da rampa, papel carbono, folha A4 e uma bolinha de gude.

A nona atividade está vinculada ao tema Hidrostática, mais especificamente ao Princípio de Pascal. Utilizaremos mangueiras e seringas de diferentes diâmetros para mostrar o princípio de funcionamento de um macaco hidráulico.

Por fim, a última atividade diz respeito à Gravitação Universal. Mostraremos estratégias para a construção de elipses e desejamos mostrar também que as órbitas planetárias são, quase sempre, elipses de baixa excentricidade. Utilizando outra simulação do Phet, apresentada na Figura 5, falaremos sobre Gravitação e órbitas planetárias.

Figura 5. Simulação utilizada para discussão das órbitas planetárias.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and%20orbits_pt_BR.html

As atividades acima descritas correspondem a conteúdos do primeiro ano do Ensino Médio. Entretanto, roteiros relacionados a demais conteúdos de Física estão em fase de desenvolvimento. O objetivo, conforme já dissemos, é produzir 30 roteiros de atividades que possam facilitar a aprendizagem de alunos surdos, já que o número de produções nessa área é bastante baixo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de alguns avanços significativos que a comunidade surda conseguiu no legislativo brasileiro, muitas escolas ainda possuem infraestruturas precárias, deficiência na formação de docentes e ausência de materiais adequados. Além de todos os problemas estruturais que o sis-

tema educacional brasileiro apresenta, faz com que a inserção dos alunos surdos nas salas de aulas um desafio ainda maior.

O ensino brasileiro, baseado em uma educação tradicionalista, que tem o português como a língua mais utilizada, torna a educação pouco efetivo para a comunidade surda. Isso faz com que os alunos surdos sintam-se excluídos da sala de aula, uma vez que possuem poucos materiais didáticos voltados para eles.

Diversos trabalhos do meio acadêmico têm contribuído para a produção de materiais multissensoriais, materiais que exploram outros sentidos dos estudantes surdos, sem levar em conta o uso da audição, facilitando, assim, o ensino para os alunos surdos. Partindo desses pressupostos, foi criado o projeto “Elaboração de materiais didáticos multissensoriais para o ensino de Física para surdos”, cujo objetivo é a criação de roteiros experimentais criados com materiais de baixo custo, que explorem o sentido visual ao se ensinar Física.

Acreditamos que essas atividades, ao serem colocadas em prática em sala de aula, podem tornar o ensino mais adequado e participativo para os alunos surdos. Uma vez que essas práticas experimentais permitem uma boa interação entre as pessoas ouvintes e as pessoas surdas e podem contribuir para diminuir a exclusão dos alunos surdos em sala de aula.

Recentemente, no mês de agosto, o projeto foi agraciado com Menção Honrosa no Seminário de Iniciação Científica (SIC) do Instituto Federal de Minas Gerais, evento em que foram apresentados vários projetos de pesquisa desenvolvidos nos *campi* da instituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. de A. *Ensino de Física e surdez: construindo conceitos e criando sinais*. (Monografia do Curso de Licenciatura em Física). Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, Niterói: 2014.

BERNARDINO, E. L. *Absurdo ou lógica? Os surdos e sua produção linguística*. Belo Horizonte: Editora Profetizando Vida, 2000.

BRASIL. Decreto nº 5626 de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei nº 10436 de 24 de abril de 2002. Disponível em: <<http://www>.

planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004- 2006/2005/decreto/d5626.htm>. Acessado em 21/01/2013.

BRASIL. Lei nº 10.172/2001. Ministério da Educação. *Educação Inclusiva: a fundamentação filosófica*. Secretaria de Educação Especial Brasília, 2004.

BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais (Libras) e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10436.htm>. Acessado em 11/10/2011.

CAMPOS, M. L. I. L. *Cultura surda: possível sobrevivência no campo da inclusão na escola regular?* 221 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

FIGUEIREDO, L. C.; GUARINELLO, A. C. Literatura infantil e a multimodalidade no contexto de surdez: uma proposta de atuação. In: *Revista Educação Especial*, v. 26, n. 45, 2013. p. 175-193.

HUBERT, M. A. *Produção de material didático: tirinhas de física para alunos surdos*. X EVIDOSOL e VII CILTEC-Online, 2013.

LACERDA, C. B. F. de. A inclusão escolar de alunos surdos: o que dizem alunos, professores e intérpretes sobre esta experiência. In: *Cad. Cedes*, Campinas: vol. 26, n. 69, 2006. p. 163-184.

MARCHESI, A. Desenvolvimento Psicológico e educação: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar. *A educação da criança surda na escola integradora*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. p. 215-231.

MURTA, M. A. *Metáforas em Libras: um estudo de seu uso por pessoas surdas*. 97 f. Dissertação (Mestrado em Linguística) Programa de Pós-Graduação em Letras da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

NERY, C. A.; BATISTA, C. G. Imagens visuais como recursos pedagógicos na educação de uma adolescente surda: um estudo de caso. In: *Paidéia*, vol. 14, n. 29, 2004. p. 287-299.

OLIVEIRA, D. M. de. Gêneros multimodais e multiletramentos: novas práticas de leitura na sala de aula. In: *Anais do VI Fórum Identidades e alteridades e II Congresso Nacional Educação e Diversidade*. Itabaiana: UFS, 2013. p. 1-8.

OLIVEIRA, F. I. W.; BIZ, V. A.; FREIRE, M. *Processo de inclusão de alunos deficientes recursos didáticos adaptados*. Presidente Prudente - SP; Núcleo de ensino. UNESP. 2002.

SOLER, M. A. *Didáctica multisensorial de las ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión*. Barcelona: Paidós, 1999.

ESTUDOS DOS SISTEMAS DE FECHAMENTOS INDUSTRIALIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL ESTRUTURADA EM AÇO

*Walquíria Isabel de Almeida Freitas¹, Maria Angélica Vieira Pinto²,
Henor Artur de Souza³*

Resumo: A utilização das estruturas em aço na construção é uma das alternativas da industrialização do processo de construção, por aliar velocidade, qualidade, racionalização e desenvolvimento de sistemas de construção, eliminando desperdícios tanto na produção quanto no processo de acabamento. No Brasil, as tecnologias que aliam o aço aos sistemas de fechamentos estão em crescimento para viabilizar o emprego generalizado de estruturas em aço. Entretanto, seu uso é inferior à produção siderúrgica brasileira. A alvenaria tradicional não racionalizada distancia dos conceitos de montagem industrial e precisão dimensional características das estruturas em aço. Neste artigo faz-se o levantamento de dados dos sistemas de fechamento de drywall e placa cimentícia utilizados nacionalmente, verificando suas propriedades. Como resultado obtém-se um banco de dados relativo aos sistemas analisados, que servem para embasar a seleção do tipo de fechamento para processos de construção em estruturas em aço.

Palavras-chave: Drywall. Placa cimentícia. Fechamentos industrializados. Estruturas metálicas. Engenharia civil.

INTRODUÇÃO

Assim como os avanços tecnológicos do último século, o ramo da *construção civil* também presenciou grandes avanços em seus métodos, apontando para uma perspectiva otimista em relação ao futuro da área. Conceitos como os de sustentabilidade e otimização estão sendo incorporados cada vez mais nas construções modernas, buscando o respeito ao meio ambiente, racionalização econômica e do tempo.

¹ Aluna do Curso Técnico Integrado de Edificações do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: walquiriaisabel5@gmail.com

² Professora do Curso Técnico de Edificações do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: mariaangelica.vieira@ifmg.edu.br

³ Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da UFOP. E-mail: henor@em.ufop.br

Apesar de largamente utilizado, e popularmente divulgado, o sistema de alvenaria tradicional apresenta inúmeras desvantagens, como o grande desperdício de materiais, poluição no canteiro de obras, elevado tempo de cura de seus componentes, o que provoca atrasos, grande espessura dos fechamentos e difícil manutenção.

Os fechamentos industrializados são grandes representantes do futuro da *construção civil*, visto que apresentam resultados revolucionários quando comparados aos sistemas tradicionais de construção. Vale destacar a presença do conceito de *sustentabilidade* nos fechamentos, pois representam um método de construção à seco, sem que haja poluição e com um índice de desperdício próximo de zero. Além disso, esses sistemas oferecem diversas aplicações, demonstrando sua versatilidade notável em forma e uso. Com o uso dos fechamentos industrializados, as espessuras das paredes são reduzidas consideravelmente, e apresentam níveis superiores de isolamento térmico e acústico quando comparados à alvenaria tradicional, demonstrando uma melhora estética alinhada à produtividade. A facilidade de manutenção desses materiais é evidente, o que é um ponto muito importante no processo de racionalização da *construção civil*, que busca pensar não só nos gastos imediatos de uma obra, mas sim em toda a vida útil da construção. Por fim, vale destacar a economia de tempo gerada por esse método, que por se apresentar em conjuntos pré-fabricados de encaixe e parafuso, acelera todo o processo de construção, quando exercido por mão de obra especializada e consciente.

As perspectivas proporcionadas por esses avanços motivam o estudo dos fechamentos industrializados na atualidade, buscando reunir dados acerca de suas propriedades e aplicações.

Gestão da Qualidade

A gestão da qualidade permite para empresas de projeto de engenharia adquirir eficiência nas estimativas, planejamento e realização de processos. Por meio de suas tecnologias é possível obter informações de custos, fases, cronogramas e serviços que contribuirão para estudo das questões econômicas, financeiras e da execução da obra, diminuindo as margens, possibilidades de erros e potencializando os resultados da empresa. As normas que se destacam para o sistema de construção são a norma ISO 9001 (2015) e a norma ISO 14001 (2015).

Norma ISO 9001

Uma das questões que levam ao consumidor ter segurança ao comprar um produto com a certificação da norma ISO 9001 (2015) é que este produto foi produzido de acordo com as normas de qualidade. Esta norma estabelece requisitos para o Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) de uma empresa. O objetivo principal da norma ISO 9001 (2015) é trazer confiança ao cliente de que os produtos e serviços oferecidos pela organização são produzidos de modo padronizado e consistente.

Norma ISO 14001

A norma ISO 14001 (2015) estabelece medidas para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), bem como sua coordenação. Empresas de grande, médio e até pequeno porte podem aderir à norma ISO 14001 (2015), desde que estejam dispostas a implementarem o SGA. Esta norma pode ser utilizada para obter certificação de terceiros, que se torna um diferencial nas negociações, e coloca as empresas que seguem o modelo em posição de destaque. Os princípios básicos para que uma empresa implante um SGA são os seguintes:

- É preciso que a empresa tenha foco, defina sua política e se comprometa com o SGA;
- A empresa deve desenvolver um plano em conjunto com sua política;
- Para atingir seus objetivos, a empresa precisa buscar métodos, aprimorar suas capacidades e desenvolver novas habilidades;
- O desempenho ambiental da organização deve ser constantemente medida e avaliada;
- O SGA deve ser frequentemente aperfeiçoado e atualizado.

Adotar um sistema de gestão da qualidade deve ser uma decisão estratégica da organização. Alguns gestores delegam essa atribuição a funções subordinadas, quando não há um consultor externo, que fica encarregado de definir a política, os objetivos e responsabilidades. Utilizando esses princípios, uma empresa é capaz de atingir uma gestão sustentável, que envolva a responsabilidade e comprometimento de todos os âmbitos empresariais.

Desperdícios na construção civil e seus impactos

O setor de Construção Civil desperdiça diariamente uma quantidade expressiva de produtos. A forma mais notável de desperdício é aquela ligada aos resíduos gerados no canteiro de obras, com o acúmulo de entulho que não é reaproveitado posteriormente, e muitas vezes descartado inadequadamente. Esse problema pode ocorrer em decorrência da má execução de serviços, que precisam ser refeitos, havendo a perda do material utilizado anteriormente. Para solucionar esse problema, é necessário qualificar os trabalhadores da obra, e monitorar os serviços, a fim de evitar que esses erros sejam recorrentes. Outro fator muito comum que gera o desperdício na *construção civil* é o levantamento incorreto do quantitativo de materiais que são utilizados na obra, gerando um excedente de produtos muito grande, que muitas vezes não podem ser utilizados em outras ocasiões e acabam sendo descartados. Conceitos como os de redução, reutilização e reciclagem devem ser aplicados no canteiro de obras, para que esses materiais sejam destinados a locais adequados, prevendo impactos negativos no ambiente.

Também é possível observar outras formas de desperdício na construção, como o desperdício de mão-de-obra, equipamentos e recursos financeiros. Um canteiro de obras desorganizado é responsável por desencadear inúmeros problemas relacionados ao desperdício, e que, consequentemente, geram danos financeiros às empresas. O canteiro de obras deve ser racionalizado, de forma a permitir o mínimo deslocamento de materiais ao seu destino, evitando perdas e atrasos. Os materiais devem ser quantificados de maneira correta, e um cronograma deve ser bem planejado, para evitar que os funcionários e equipamentos fiquem ociosos, produzindo gastos desnecessários.

Para prevenir os desperdícios na construção, o passo mais importante é a gestão correta e racionalizada da obra. Com um planejamento estratégico, é possível reduzir expressivamente os custos com perdas desnecessárias no canteiro, e dinamizar o processo de construção. O treinamento dos profissionais é fundamental, capacitando-os para uma gestão mais eficiente e moderna. Alinhar a construção às tecnologias atuais pode ser a chave para solucionar problemas de gestão relacionados ao desperdício, facilitando o acesso dos gestores a todas as informações do canteiro. É fundamental que as empresas tomem a iniciativa de transformar sua

forma de construir, buscando diminuir os desperdícios, contribuindo com a preservação do ambiente, e também melhorando sua economia por meio da redução de custos (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Drywall – Placas de gesso acartonado

O drywall é constituído por placas de gesso acartonado e aditivos, que conferem as propriedades desejadas ao material. Elas têm ganhado lugar no mercado brasileiro na última década, pelos benefícios trazidos por sua aplicação. São comumente usadas na execução de paredes e divisórias, e apresentam uma solução prática e moderna.

Composição do drywall

O sistema de construção em drywall é composto por uma estrutura em aço leve de perfis de aço galvanizado, formada por guias (peças horizontais) e montantes (peças verticais), onde são fixadas placas de gesso acartonado em uma ou mais camadas, Figura 1.

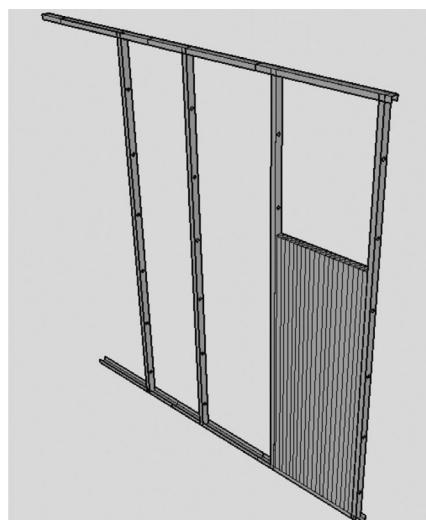


Figura 1. Estrutura do drywall com isolante termo-acústico.

Fonte: Os autores.

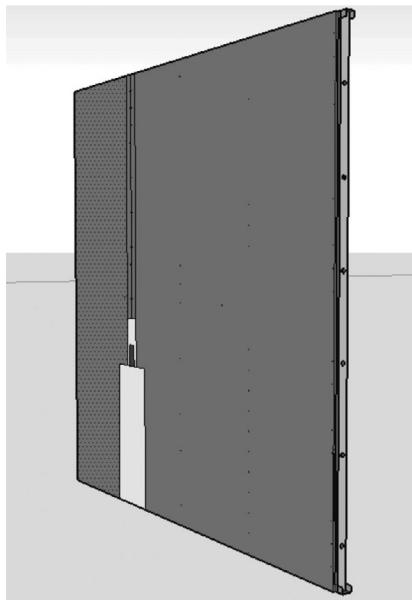


Figura 2. Parede de drywall.

Fonte: Os autores.

As placas de gesso acartonado são compostas por uma camada de papel cartão, que confere resistência à tração, uma camada de gesso, que confere resistência à compressão, e outra camada de papel cartão. O papel cartão utilizado é tratado exclusivamente para esta função, e segue normas internacionais. A camada de gesso é composta por gesso comum e aditivos, que adicionam propriedades como a aderência do gesso ao cartão, aumento da resistência e aumento da porosidade da pasta, tornando a placa de gesso acartonado leve (10kg/m^2).

As guias e montantes possuem vãos que permitem a locação de dutos e de fiação para as instalações hidrossanitárias e elétricas, e também permitem o posicionamento de componentes que conferem melhor isolamento termo acústico ao ambiente, como a lã mineral (PORTAL METALICA, 2018).

Vantagens do drywall

As vantagens da aplicação do drywall na construção civil são:

- Obra limpa, organizada e seca;
- Facilidade de instalação e ganho de tempo;

- Ganho de área útil, devida menor espessura das paredes;
- As placas são mais leves, o que reduz o dimensionamento das estruturas;
- Alta adaptabilidade com outros materiais como concreto e aço;
- Barreira sonora eficaz;
- Diferentes possibilidades de formas e acabamentos;
- Facilidade de instalação de elementos elétricos e hidráulicos (CIVILIZAÇÃO ENGENHEIRA, 2018).

Desempenho acústico

O ambiente com bom desempenho acústico é aquele em que as ondas sonoras não são transmitidas de um ambiente para o outro. Desta forma, o som deve ser absorvido pelo sistema de fechamento utilizado, sendo as placas de drywall uma boa alternativa, que ainda pode também proporcionar conforto térmico. É importante destacar que uma boa vedação de portas e janelas também influencia no isolamento acústico. Para que uma edificação ofereça o conforto solicitado por seus usuários, alguns fatores devem ser observados, como: as condições térmicas internas (temperatura e umidade do ar), condições de iluminação interna e de isolamento de ruído. Essas características estão diretamente ligadas aos sistemas de fechamentos externo e interno utilizado e ao clima do local.

O desconforto acústico é causado principalmente pelos ruídos vindos dos ambientes externos, transmitidos através fachada, e os ruídos internos, transmitidos entre os ambientes da edificação. Para realizar o isolamento acústico, muitos pontos devem ser analisados, como a aplicação da edificação (comercial, residencial ou industrial), o local em que ela se encontra, e a sensibilidade das pessoas que utilizam a edificação em relação aos ruídos. A norma que especifica os níveis aceitáveis de ruído em decibéis (dB) é a norma NBR 10.152 (ABNT, 2017). Além disso, a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) aborda requisitos para o mínimo de desempenho ao longo de uma vida útil para os elementos principais (estrutura, fechamento, instalações elétricas e hidrossanitárias, pisos, fachada e cobertura) da edificação habitacional.

Placas cimentícias

As placas cimentícias são placas de cimento portland, agregados minerais e fibras sintéticas. Elas são muito versáteis, podendo ser utilizadas tanto em ambientes internos (divisórias e paredes), como em ambientes externos (fachadas e paredes externas). Estas placas vêm sendo usadas em conjunto com o sistema de steel framing, representando o futuro da construção civil. Elas apresentam uma alternativa limpa para a construção, pois não geram resíduos no canteiro de obras.



Figura 3. Placa cimentícia.

Fonte: Brasilit, 2018.

As placas cimentícias são feitas de uma mistura de quartzo, cimento, resina e fibra de celulose. A fibra de celulose é responsável por conferir elasticidade e resistência à flexão para as placas. Elas são produzidas em várias espessuras, dependendo de sua aplicação na construção. São usadas em conjunto com um sistema de perfis de aço e de fixadores. Podem ser associadas a perfis de aço não estruturais, quando utilizadas em paredes internas, formando um sistema de montantes (perfis verticais) e guias (perfis horizontais), e as placas são fixadas com parafusos. Se utilizadas em conjunto com perfis de aço estruturais, no sistema de *steel framing*, é necessário o uso de parafusos de alta resistência. Para melhorar o isolamento acústico e térmico, pode ser usado um sistema de “sanduíche”, em conjunto com outros materiais, como lã de vidro, lã mineral e EPS (placas de isopor).

Tipos de placas cimentícias

De acordo com a norma NBR 15498 (ABNT, 2007) as placas cimentícias podem ser divididas em duas categorias:

- Classe A: placas indicadas para o uso em ambientes externos, e podem ser expostas à ação direta de agentes como sol, chuva, calor e umidade.
- Classe B: placas indicadas para o uso em ambientes internos, ou ambientes externos sem exposição aos agentes naturais (AEC WEB, 2018).

As classes são divididas em subcategorias, de acordo com sua resistência de ruptura por flexão.

As placas também podem ser diferenciadas por sua composição:

- Placa cimentícia de fibrocimento: é produzida a partir de fibras celulósicas e cimento usinado. Uma prensa com temperatura específica permite que a rigidez ideal seja atingida. São indicadas para áreas com grande variação climática.
- Placa cimentícia de cimento e fibra de vidro: é feita a partir de cimento usinado e misturado a polímeros de gesso e telas fibrosas. Geram material de alta maleabilidade e leveza, podendo atingir vários formatos. Possui melhor qualidade e custo mais elevado.

Vantagens do uso da placa cimentícia

As vantagens do uso das placas cimentícias como sistema de fechamento são:

- Alta versatilidade;
- Menor prazo de execução das obras;
- São leves e de fácil manuseio;
- Fundações mais econômicas devido ao menor peso da estrutura;
- Ganho de área útil devido à espessura reduzida das paredes;
- Evitam desperdício;
- Facilidade na instalação de componentes elétricos e hidrossanitários;
- Elevada resistência a impactos;

- Aceitam qualquer tipo de revestimento;
- Permitem isolamento térmico e acústico;
- Resistência natural ao fogo;
- Alta impermeabilidade;
- É um material totalmente reciclado;
- Permite a formação de estruturas curvilíneas;
- Possui espessuras e tamanhos variados;
- Alta durabilidade;
- É uma alternativa sustentável.

No Quadro 1 representam-se os dados dos painéis descritos de acordo com os dados dos fabricantes.

Quadro 1. Painéis analisados: uso, estrutura auxiliar de apoio, dimensões e propriedades.

Placas	Gesso Acartonado Knauf	Cimentícia Brasilit
Uso	Em áreas internas, sem função estrutural	Em áreas internas e externas. Pode ter função estrutural
Estrutura auxiliar de apoio	Drywall	Light Steel Framing ou Wood Framing
Dimensões padrão fornecidas	Padrão	Padrão
Largura (m)	1,20 e 0,60	1,20
Comprimento (m)	Varia de 1,80 a 3,60	2,0; 2,4 e 3,0
Espessura (mm)	9,5; 12,5 e 15,0	6,0; 8,0; 10,0 e 12,0
Isolamento térmico – condutividade térmica	0,19 W/m.K	0,35 W/m.K
Isolamento acústico	35 a 37 dB (estrutura com perfis de 48 mm e 2 chapas de 12,5 mm)	45 dB (estrutura com perfis de 90 mm e 2 chapas de 10mm)
Toxidade do material	Não tóxico	Não tóxico

Fonte: NBR 15220 (ABNT, 2005).

CONCLUSÕES

O assunto tratado neste artigo mostra as características dos sistemas de construção em drywall e com placa cimentícia. O drywall tem muitas vantagens, facilidades e eficiência tais como um sistema de construção com obra limpa e rápida. É necessário fazer um investimento na construção a seco, treinar pessoal para a montagem deste material. É necessário recrutar pessoal que está envolvido com a venda e divulgar os empreendimentos de estrutura em aço para despertar no consumidor o conhecimento da tecnologia utilizada, seus benefícios e limitações.

O sistema drywall, quando executado de maneira correta e racional traz benefícios que viabiliza a sua aplicação. Quando é projetada juntamente com a estrutura, permite que esta seja mais econômica, tais como as fundações requeridas, por ter uma massa mais leve, quando se compara com o sistema tradicional.

A placa cimentícia teve um avanço considerado na tecnologia nos últimos tempos. Antes o seu uso era limitado para os fechamentos externos. Atualmente, é uma solução ideal como elementos de paredes com fechamentos estruturais e fachadas, que pode ser utilizada em ambientes externos e internos. Esta placa pode receber qualquer tipo de acabamento, tanto a pintura quanto a colocação de cerâmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AECWEB. *Placas cimentícias podem ser associadas a sistemas de construção a seco*. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/placas-cimenticias-podem-ser-associadas-a-sistemas-de-construcao-a-seco_6596_0_1/>. Acesso em: 21 abr. 2018.

ARAÚJO, S. S. *Gesso acartonado. Uma solução acertada ou um processo fora da realidade*. Editora Appris. 1º Edição. 128 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *ABNT NBR 15498: 2007. Placa Plana Cimentícia sem Amianto*.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 10152, 2017. Acústica – níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15575, 2013. Edificações habitacionais – desempenho. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220, 2005. Desempenho térmico de edificações.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 14001: 2015. Sistemas de gestão ambiental. Requisitos com orientações para uso, p. 41.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 9001: 2015. Sistemas de gestão da qualidade.*

CIVILIZAÇÃO ENGENHEIRA. *Paredes de drywall: vantagens e desvantagens.* Disponível em: <<https://civilizacaoengenheira.wordpress.com/2017/04/21/parede-de-drywall-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em: 7 abr. 2018.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. *Desperdícios na construção civil e seus impactos.* Disponível em: <<https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/2015/10/desperdicios-na-construcao-civil-e-os-seus-impactos/>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

PORTAL METALICA. *Construção Civil.* Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/dry-wall-fabricacao-utilizacao-e-vantagens/>>. Acesso em: 7 abr. 2018.

SAVI, O. *Placas de forro com gesso reciclado – ecoeficiência na produção.* Editora Appris.

TEMPLUM. *ISO14001.* Disponível em: <<https://certificacaoiso.com.br/iso-14001/>>. Acesso em: 17 mar2018.

LAZER, TRABALHO E QUALIDADE DE VIDA NA ESCOLA TÉCNICA

Breno Samuel de Souza¹, Rodrigo de Oliveira Gomes²

Resumo: A formação profissional nos Institutos Federais de Ciência e Tecnologia é uma das possibilidades de educação que tem apresentado contribuições aos brasileiros. O estudo descreveu a percepção dos alunos dos cursos técnicos integrados sobre a importância da relação lazer e trabalho (obrigações escolares) na melhoria da qualidade de vida ao optarem por este tipo de formação. Foram utilizadas as técnicas de observação participante e entrevista semiestruturada com os alunos do ensino médio integrado do IFMG *Campus* Congonhas. Os resultados mostraram que existe, por parte dos alunos, a necessidade em externalizar que a rotina é cansativa, difícil e que houve piora da qualidade de vida a partir da entrada no Instituto, porém constatamos que os afazeres escolares são, em alguns casos, subvertidos através de práticas transgressoras na busca por momentos de lazer dentro da instituição. Constatamos que a qualidade de vida dos estudantes perpassa novas formas de organização da rotina e que a conquista pelo direito ao lazer faz parte de suas exigências dentro e fora do ambiente escolar.

Palavras-chave: Lazer. Qualidade de vida e formação profissional.

INTRODUÇÃO

Partimos do entendimento do conceito de lazer para fundamentar nossas ideias. Como fenômeno social, o identificamos a partir dos estudos do sociólogo francês Joffre Dumazeidier em 1973 que definia suas dimensões através de um conjunto de ocupações em que os indivíduos deveriam entregar-se de livre vontade, seja para repousar ou divertir, ou ainda desenvolver sua formação desinteressada, sua participação social

¹ Bolsista do Programa Institucional de Iniciação Científica (PIBIC Jr - 2014/2015) via IFMG *Campus* Congonhas. Aluno do curso técnico integrado em Mineração do IFMG *Campus* Congonhas.

² Docente do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *Campus* Congonhas. Doutorando em Educação pela Universidade Nacional do Rosário. Mestre em Estudos do Lazer pela Universidade Federal de Minas Gerais. Licenciado em Educação Física. Doutorando em Ciências da Educação pela Universidade Nacional do Rosário/AR e Universidade Federal de Minas Gerais.

voluntária ou sua capacidade criadora após livrar-se de todas as suas obrigações.

Nas décadas de 1980 e 1990 o sociólogo brasileiro Nelson Carvalho Marcellino avança na compreensão sobre o Lazer evidenciando-o como cultura compreendida em seu sentido mais amplo – vivenciada (praticada ou fruída) no tempo disponível. O importante, como traço definidor, é o caráter ‘desinteressado’ dessa vivência. Não se busca, pelo menos fundamentalmente, outra recompensa além da satisfação provocada pela situação. Vários outros autores teceram conceituações sobre Lazer nos últimos anos.

Merece destaque a conceituação da pesquisadora Christianne Luce Gomes (2004) que define Lazer como dimensão da cultura. Neste sentido, o lazer é caracterizado pela vivência lúdica de manifestações culturais no tempo/espaço social. Constituído conforme as peculiaridades do contexto histórico e sociocultural no qual é desenvolvido. O lazer implica em produção: de cultura, no sentido da reprodução, construção e transformação de práticas culturais vivenciadas ludicamente por pessoas, grupos, sociedades e instituições.

Essas ações dialogam e sofrem interferências das demais esferas da vida em sociedade e nos permitem ressignificar, simbólica e continuamente, a cultura. A disponibilidade de tempo significa possibilidade de opção pela atividade prática ou contemplativa. Com isso, e ao refletir sobre a evolução dos conceitos sobre o Lazer compreendemos que ele não está deslocado das lógicas do trabalho. Muito menos está contraposto às obrigações cotidianas. Lazer e trabalho são faces de uma mesma moeda social e neste sentido trazem diálogos com a vida dos sujeitos em suas lógicas de produção e reprodução sociais.

Entendemos que o conceito de trabalho possui duas lógicas a serem destacadas. Uma histórica e outra ontológica que não se contrapõem na práxis do conhecimento. São lógicas que se complementam. O processo de trabalho é uma condição própria do ser humano para, ao se relacionar com a natureza, produzir sua existência, independentemente da forma social (MARX, 2001). Neste ponto, o homem utiliza-se do domínio de sua corporeidade, para apropriar-se, e assim relacionar-se com a natureza, criando suas condições de desenvolvimento em qualquer circunstância da vida.

O trabalho, portanto, nasce da necessidade do ser humano desenvolver-se socialmente conforme os ofícios que lhe são dispostos ou con-

quistados através das relações sociais que compõe as lógicas de mercado e desenvolvimento produtivo. Está intrinsecamente ligado as manifestações de poder e exercício de valores humanos, pois partimos da compreensão de que como invenção humana, o trabalho é culturalmente engendrado nas teias cotidianas nos seus diferentes interesses, posição econômica e status social.

Segundo Melo e Alves Junior (2003), trabalho e lazer não são dimensões opostas da vida humana, por isso não é difícil observarmos a incorporação (ou a tentativa) de especificidades de uma à outra, mas que deve ser observado com olhar crítico. Segundo os autores, é o que chamamos de produtivização do lazer³ e pseudoludicidade do trabalho⁴. Para além de suas relações com a dimensão do trabalho, o lazer estabelece íntimas relações com outras esferas, tais como a saúde, a educação, a religião, a política, dentre outras.

No que se refere à saúde, existe um tratamento reducionista do termo relacionado à ausência de doenças e uma compreensão de que as vivências de lazer são diretamente associadas à produção de saúde. Segundo Carvalho (2008), algumas das referências que fundamentam os trabalhos de lazer com enfoque na saúde são excludentes, preconceituosas, discriminatórias e pobres.

O campo da saúde coletiva, que contempla a saúde pública, a medicina preventiva e a epidemiologia, não aparece nas discussões sobre o lazer. É importante ressaltar que a saúde e o lazer são aqui compreendidos como fenômenos e necessidades sociais, bem como direitos sociais de todos os cidadãos. Carvalho (2005) destaca que na dimensão teórico-conceitual e metodológica, a saúde coletiva incorpora conhecimento e perspectivas do campo das ciências humanas, chamando a atenção dos profissionais voltados para a saúde.

Esses profissionais devem compreender a natureza pedagógica da sua intervenção, considerando fatores culturais, históricos, econômicos e políticos, relevando os elementos da cultura corporal como manifestações e expressões humanas com historicidade e significado para fazer contraponto à visão estritamente orgânica de corpo. Assim, ao pensar na Esco-

³ A produtivização do lazer está relacionada à possibilidade de levarmos a lógica da rotina diária, marcada pelo trabalho, para os momentos de lazer.

⁴ Iniciativas desenvolvidas por empresas que permitem a realização de determinadas “vivências lúdicas” no âmbito do trabalho.

la Técnica/Tecnológica com suas especificidades de tempo e espaço para formação dos sujeitos deparamo-nos com indagações sobre os usos e as apropriações desses tempos e desses espaços, analisados aqui como fenômenos de uma cultura do/para o trabalho.

No caso do Ensino Médio Integrado o tempo da formação é expandido perfazendo uma carga horária aproximada de 18 horas/aulas por semana em disciplinas do currículo regular somadas às do currículo da formação técnica. O tempo de convivência diária no Instituto pelos alunos é de aproximadamente 10 horas. Início das aulas às 07h30min horas. Intervalo de 20 minutos das 10h00min às 10h20min horas. Almoço das 12h00min às 14h00min horas. Intervalo de 20 minutos das 15h40min às 16h00min horas. Termo do dia letivo às 17h40min horas.

Como o Instituto localiza-se em uma região afastada do centro urbano os alunos permanecem na Instituição nos intervalos e horário de almoço. Isso tem gerado novas formas de apropriação das lógicas de produção e apropriação cultural pelos alunos no ambiente escolar. Questões como sedentarismo, estresse, má organização do tempo para as rotinas escolares, dificuldade em aperfeiçoar os estudos, acentuação da evasão escolar e quebra da qualidade de vida dentro e fora da escola são temáticas que perpassam o escopo desta investigação, pois emergem das tensões entre as obrigações e os lazeres nesta nova forma de organização de vida assumida pelos alunos. A seguir, apresentamos os caminhos metodológicos construídos e executados ao longo da pesquisa.

METODOLOGIA

Alicerçados em Triviños (1987) optamos por uma pesquisa de caráter qualitativo na intencionalidade em não apenas descrever a aparência do fenômeno como também sua essência procurando explicar sua origem, suas relações e suas mudanças no esforço por intuirmos sobre as diferentes relações estabelecidas pelos alunos em seu universo escolar.

Diante disso, fizemos a combinação da pesquisa bibliográfica com a de campo. A revisão literária foi realizada através de materiais públicos como: livros, monografias e teses. O material bibliográfico coletado passou por temas como: qualidade de vida, formação profissional técnica/tecnológica, obrigações escolares, lazer, saúde e qualidade de vida.

Na pesquisa de campo utilizamos duas técnicas: a observação participante e a entrevista semiestruturada. A observação aconteceu de forma livre e cuidadosa sempre norteada pelos objetivos do estudo e pelas diretrizes da pesquisa. Acompanhamos o cotidiano dos alunos de maneira global tentando perceber suas relações com as obrigações escolares e as apropriações e usos de seus tempos livres no ambiente escolar.

Após isso, foram feitas as entrevistas semiestruturadas com alunos dos cursos do ensino médio integrado, escolhidos de maneira aleatória e voluntária. A amostra para análise foi composta por dez alunos. Antes de darmos início às entrevistas foi lido um termo de consentimento livre/escclarecido e foi coletada a assinatura dos entrevistados. Foi ressaltada perante o contribuinte a confidencialidade dos dados e o objetivo do estudo. Para realização das entrevistas foram elaboradas dez perguntas e feitas outras mais no decorrer da mesma, fato este que a semiestruturação da entrevista nos permitia.

Na análise dos dados coletados utilizamos os pressupostos de Bardin (2008) em sua perspectiva da análise de conteúdo que pretende estudar as características de uma mensagem através da comparação destas mensagens para receptores distintos, ou em situações diferentes com os mesmos receptores. Além disso, considera o contexto ou o significado de conceitos sociológicos e outros nas mensagens, bem como caracteriza a influência social das mesmas.

Para tais ações metodológicas, buscamos alicerçar os procedimentos em conformidade com as exigências da iniciação científica, principalmente na integralização dos doze meses para apresentação dos resultados. A triangulação dos dados trouxe quatro categorias: Os sujeitos e suas percepções sobre o Lazer na Escola Técnica; As apropriações dos espaços de Lazer no *Campus Congonhas*; Tempo, organização e rotina escolar; Qualidade de Vida na escola técnica: entre trabalho e lazer.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos debates sobre os estudos acerca do lazer e das obrigações escolares (trabalho) relacionadas à constituição das escolas técnicas brasileiras esta análise tem como objetivo discutir as relações entre qualidade de vida e universo escolar através do exercício interpretativo

das entrevistas com alunos dos cursos médio integrado do IFMG *Campus* Congonhas. Assim, o eixo norteador foi a temática do Lazer nas interfaces com as obrigações escolares; as apropriações dos espaços institucionais; o tempo e suas rotinas e as nuances relativas a conquista ou não de qualidade de vida pelos sujeitos entrevistados.

Os sujeitos e suas percepções sobre o Lazer na Escola técnica

No decorrer das entrevistas e depois nas transcrições/análises das mesmas foi observada uma frequente associação entre o lazer e a realização de atividades, tais como: as esportivas (atividades físicas), a música, o teatro, a dança e, até mesmo, o cinema e a leitura. Decorrente desse fato percebemos relações com os diferentes interesses culturais do lazer ressaltando que a realização destas atividades, em sua maioria, demonstra a satisfação dos entrevistados na busca por desprender-se da rotina cansativa estabelecida pelas relações escolares ajustadas pelo IFMG *Campus* Congonhas.

Para os entrevistados a busca por satisfação durante o tempo de permanência no Instituto ocorre através de atividades que consideram ser lazer (rodas de conversas, jogos de cartas, jogos eletrônicos, atividades artísticas, interações nas redes sociais virtuais) e que lhes trazem prazer e bem estar aliviando a rotina maçante de aulas.

Ao longo da análise desta primeira categoria pudemos compreender que essas práticas ou atividades são variadas e possuem estreita relação com tensões geradas em torno das proibições, regulamentações e busca por divertimentos que estão impressos na cultura escolar do *Campus* Congonhas.

Tendo em mente essas questões, constatamos que as percepções dos entrevistados sobre o lazer vão de encontro à luta pela legitimidade desse fenômeno dentro do *Campus* como direito e como necessidade para que a permanência na Instituição torne-se mais prazerosa.

Percebemos que ao visualizarem tal expectativa os sujeitos mostram-se atentos às construções sociais no *Campus*, bem como interagem com elas. A seguir discutiremos a segunda categoria que aprofundará um pouco mais as relações do ponto de vista dos usos e apropriações dos espaços escolares.

Apropriação dos espaços escolares: entre obrigações e o lazer

O conceito de lugar como ambiente cotidiano que sofre diversas influências, entre elas: sociais, culturais, históricas e simbólicas, poderia possibilitar inteligivelmente experiências significativas às pessoas, transformando um espaço inapropriado, comum e sem sentido em um lugar com amplo significado, a fim de despertar nos indivíduos, o sentimento de pertencimento, de fazer parte do processo, ou melhor, de se reconhecer. Essa situação foi vista durante as observações de campo.

Percebemos o envolvimento dos estudantes com os espaços disponíveis para o lazer no *Campus*. Apesar da escola não ser considerada um equipamento de lazer, ela acaba se tornando e traduz esta função. Os alunos participam de atividades como: gincanas, sábados letivos com atrações culturais diversificadas, torneios, festas, entre outros. Estas atividades vão além das aulas formais em sala de aula.

Ao compreendermos tal realidade concordamos com Rechia e França (2006, p. 63) sobre a ideia sociológica da categoria espaço. Para os autores, o espaço “passa a ser importante instrumento analítico e ferramenta interpretativa” tornando-se um meio de intensas compreensões das relações estabelecidas no interior do ambiente escolar.

Assim, constatamos que mesmo com a generalização dos discursos sobre a restrição do uso de determinados espaços, os alunos vem traduzindo suas relações sociais neste ambiente de forma ora agregadora (em atividades ditas permitidas), ora subversiva (em atividades ditas proibidas). A seguir discutiremos as relações entre tempo, obrigações escolares e lazer.

Tempo, organização e a rotina escolar

Em geral toda articulação sobre o aproveitamento do tempo livre dentro ou fora do ambiente escolar e a realização da prática do lazer, gira em torno do objetivo de alcançar o prazer. Com o intuito de obter um tempo no qual se tenha a chamada “válvula de escape” ou alívio da rotina. É o que Gutierrez chama de “prazer substantivo”, ou seja, um prazer pessoal, independente qual seja, mas que traga satisfação para o “eu”.

Isto no faz voltar ao início dos estudos para essa análise, quando Gomes, questiona: O que é que no tempo livre de verdadeiramente libertador? Uma das sugestões para a resposta desta pergunta, pode ser a busca pelo prazer, a satisfação pessoal em que fica oprimida muitas vezes quando se está realizando trabalho. No caso dos estudantes do IFMG quando se estão estudando.

O momento do “não estudo” é dito libertador e leva a busca por atividades que tragam descontração. Mas como já foi relatado, ficam restritos, pois, muitas vezes nestes momentos “livres” ainda se restringem as atividades escolares. O tempo de convivência diária no Instituto dos alunos é de aproximadamente 10 horas por dia e a localização do mesmo está em uma região afastada do centro urbano. Isto tem acarretado mudanças na vida dos alunos do IFMG *Campus Congonhas* no que diz respeito às suas possibilidades de escolha dos momentos de lazer.

Pudemos perceber que esta realidade gera um ciclo de experiências que torna a vida destes alunos exclusiva à Instituição de Ensino e assim gera tensões para dentro e fora do universo escolar. A seguir discutiremos como tais tensões têm influenciado na qualidade de vida destes sujeitos e quais as relações que se estabelecem neste contexto.

Qualidade de Vida na escola técnica: entre trabalho e lazer

Na busca por uma análise mais aprofundada sobre os conteúdos trazidos pelas entrevistas, triangulamos os dados tentando responder as perguntas norteadoras deste estudo. Assim, esteve cada vez mais latente uma categoria voltada para reflexões acerca do entendimento dos estudantes sobre qualidade de vida e suas relações com o cotidiano escolar.

De acordo com Minayo; *et al.*, (2000, p. 10) qualidade de vida “é uma noção eminentemente humana, que tem sido aproximada ao grau de satisfação encontrado na vida familiar, amorosa, social, ambiental e também na própria estética existencial”.

A partir deste ponto de vista, verificamos dificuldades nos entrevistados em relacionar qualidade de vida ao espaço escolar, uma vez que, demonstraram viver uma rotina cansativa de aulas e obrigações acadêmicas. Deste modo, quando Minayo (2000) refere-se ao grau de satisfação que é vivenciado em momentos sociais para atingir qualidade de vida, partimos da compreensão sobre as enunciations dos sujeitos entrevista-

dos, de que no IFMG *Campus Congonhas* as experiências ou momentos cotidianos não são prazerosos.

Ao afirmar esta reflexão entendemos que tal construção da realidade possuiu inúmeros aspectos que devem ser levados em consideração, tais como: o nível de consciência dos alunos sobre o que é qualidade de vida; as relações e tensões que os alunos estabelecem com os estudos; a forma com que a Instituição formaliza suas propostas curriculares; a noção de cumprir as obrigações versus subverter a ordem vigente; a tentativa de moldar a realidade para interesses próprios – isto quer dizer que, muitas vezes e ao longo das demais análises percebemos nos discursos dos alunos a constante tentativa em afirmar que há um excesso de obrigações, mas ao mesmo tempo em que vivenciam e desobedecem a regras escolares para conquista de experiências que lhes são prazerosas: jogar baralho, jogar cota três, acessar jogos virtuais nos laboratórios de informática, organizar rodas de violão atrás do poliesportivo, entre outros pontos já destacados.

Mas isto não implica afirmar que eles não compreendam o que é qualidade de vida, pelo contrário, trazem saberes pertinentes para a análise. Surgem entendimentos que relacionam qualidade de vida à bem estar, à conquista de hábitos mais saudáveis, ao equilíbrio entre a rotina de trabalho e possibilidades de lazer.

Diante dos conceitos que os alunos têm, quando questionados sobre a qualidade de vida em geral, citaram a alimentação e o bom sono como pilares para alcançá-la. Já dentro da instituição as atividades físicas foram citadas como algo primordial, para adquirir qualidade de vida, uma vez que, o sono e a alimentação se tornam comprometido diante das obrigações escolares.

Portanto, de acordo com o que foram analisados, obtivemos inúmeros pontos de vistas referentes ao conceito de qualidade de vida, pois se trata de um termo muito amplo, e pode variar de indivíduo para indivíduo. Mas, foi possível diagnosticar que, após o ingresso destes alunos na instituição técnica de ensino médio, eles relataram obter grandes impactos em seus estilos de vida. Estes impactos foram principalmente decorrentes da elevada carga horária e obrigações escolares, que tornam á diminuírem o tempo para a prática de atividades prazerosas e que trazem satisfação, afetando deste modo a qualidade de vida destes indivíduos.

CONCLUSÕES

Neste estudo, procuramos discutir os impactos na qualidade de vida dos alunos do médio integrado ao optarem pela escola técnica buscando compreender as lógicas de apropriação dos tempos e espaços escolares entre as obrigações e as possibilidades de lazer. Além disso, analisamos a percepção dos alunos sobre a relação lazer, trabalho e qualidade de vida. Nossa expectativa foi entender como os alunos, nessa nova fase acadêmica, se organizam, percebem, constroem e interpretam seu cotidiano em relação às temáticas propostas.

Pudemos constar que existe uma centralização dos discursos sobre o excesso das obrigações escolares e a longa duração da rotina de estudos. No decorrer das análises e categorizações entendemos que a principal justificativa dos entrevistados para tecer argumentações sobre a relação entre lazer e trabalho foi a grande quantidade de afazeres, disciplinas e tarefas que sobrecarregam o dia a dia e impedem a melhoria da qualidade de vida dentro e fora da escola.

Essa lógica colocada pelos alunos é contraditória ao percebemos como eles se apropriam dos espaços e tempos escolares. Apesar de insistirem na argumentação do acúmulo de obrigações, mostraram uma série de vivências e atividades que se envolvem dentro da Instituição na interface entre lazer e trabalho, que vão desde rodas de conversa nos grupos de convivência, passando por atividades esportivas e artísticas, até na subversão das regras colocadas pela Escola quanto ao uso dos laboratórios de informática e da quadra poliesportiva, bem como das práticas com baralho e do uso de aparelhos eletrônicos para divertimento.

Desta forma, constatamos que mesmo com a generalização dos discursos sobre a restrição do uso de determinados espaços em determinados horários, os alunos vem traduzindo suas relações sociais neste ambiente de forma ora agregadora (em atividades ditas permitidas), ora subversiva (em atividades ditas proibidas) mostrando, portanto que não há neutralidade nas ações e intenções, muito menos alienação aos processos de permanência na Instituição. Existe um movimento constante de reflexão por parte dos alunos sobre o que é permitido e proibido no que tange as práticas recreativas ou de lazer.

Assim, constatamos que as percepções dos entrevistados sobre o lazer vão de encontro à luta pela legitimidade desse fenômeno dentro

do *Campus* como direito e como necessidade para que a permanência na Instituição torne-se mais prazerosa. Percebemos que ao visualizarem tal expectativa os sujeitos mostram-se atentos às construções sociais no *Campus*, bem como interagem com elas.

Na perspectiva de aproveitamento das lógicas de tempo, foi possível perceber que as obrigações escolares acompanham o aluno até mesmo fora da escola, como nos finais de semana, feriados e o período noturno. Foi possível observar também, que muito dos alunos apagam o tempo que seria livre para respeitar as obrigações escolares fundamentais do Instituto, ficando, por isso, cada vez mais distantes de atividades de lazer.

Percebemos então, certa contradição já que eles reconhecem a necessidade do tempo livre para prática do lazer, mas que por motivo de priorização, o deixam de lado e se debruçam diante das atividades ditas obrigatórias, respeitando a lógica excessiva de produção e rendimento característica do Instituto.

A articulação presente com relação ao lazer e ao aproveitamento do tempo dentro e fora do Instituto, está ligado com a prática de atividades no tempo livre que garantem aos alunos, principalmente, o prazer e o alívio da rotina cansativa sendo visto como uma válvula de escape. Mas, esse momento de “não estudo”, sendo reconhecido por eles como libertador, está cada vez mais comprometido e restrito, já que na maioria das vezes nesse período ainda se restringem às atividades escolares.

Diante das perspectivas de qualidade de vida depois do ingresso no Instituto, fica claro o discurso de que é algo muito difícil de ser alcançado devido, mais uma vez, às intensas obrigações escolares. Para eles o IFMG se baseia em atividades estritamente escolares. A escola passa a se tornar um local totalmente avesso a práticas de atividades que poderiam de alguma forma, garantir-lhes qualidade de vida. No discurso apresentado pelos entrevistados foi possível perceber que eles associam a qualidade de vida principalmente ao bem estar e, portanto, satisfação pessoal apesar da qualidade de vida ser algo inteiramente pessoal, particular de cada indivíduo.

Por outro lado, pudemos perceber que os estudantes apesar do discurso contrário a práticas saudáveis, se envolvem nas dependências do Instituto em atividades que garantem de certa forma a eles qualidade de vida. Mesmo sem perceber tais atividades, talvez pelo estereótipo estabelecido por grande parte dos alunos como se a escola fosse um lugar avesso a práticas saudáveis. Muitos deles se envolvem em torneios, festivais,

gincanas, jogam baralho, corta três, acessam internet nos laboratórios além de jogarem virtualmente, fazem rodas de violão e outras atividades mencionadas durante a pesquisa. A fim de buscar essas conquistas que são para eles, prazerosas, subvertem algumas regras escolares contradizendo em partes o discurso apresentado anteriormente.

A quantidade de obrigações contribui notoriamente para a diminuição do acesso a uma efetiva qualidade de vida. Os horários estabelecidos pelo Instituto dificultam segundo eles a busca pela qualidade de vida. Salientam que horários vagos, intervalos e o almoço, poderia ser mais bem aproveitado, mas as intensas obrigações não permite tal feito objetivando a qualidade de vida.

A pesquisa contribui para ampliar as discussões que permeiam temas como saúde, formação profissional técnica, evasão escolar e sedentarismo. Colaborou também para a formação do grupo de pesquisas que efetivará as discussões e possibilitará o constante estudo de tais temas no Instituto, até então, com pouca visibilidade e discussão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 19. ed. Lisboa/Portugal: Edições 70, 2008.

CARVALHO, Yara Maria. *Lazer e Saúde*. Brasília: Sesi/DN, 2005.

DUMAZEDIER, Joffre. *Sociologia empírica do lazer*. São Paulo: Perspectiva, 1979

GOMES, Christianne Lucce. Verbete Lazer – Concepções. In: GOMES, Christianne L. (Org.) *Dicionário Crítico do Lazer*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2004. p. 119-126.

MARCELLINO, Nelson Carvalho. *Estudos do lazer: Uma Introdução*. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2002.

MARX. Karl. *Manuscritos Econômico-filosóficos*. São Paulo: Martin Claret, 2001.

MELO, Victor Andrade de; JUNIOR, Edmundo de Drummond Alves. *Introdução ao Lazer*. Barueri: Manole, 2003

MINAYO, Maria Cecília de Sousa (Org.) et al. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 27. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; HARTZ, Zulmira Maria de Araújo; BUSS, Paulo Marchiori. Qualidade de vida e saúde: Um debate necessário. *Rev. Ciência e Saúde Coletiva*, v. 5, n.1. Rio de Janeiro, 2000.

RECHIA, Simone; FRANÇA, Rodrigo de. O estado do Paraná e seus espaços e equipamentos de esporte e lazer: apropriação, desapropriação ou reapropriação? In: *Esporte e Lazer: subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas*. Fernando Marinho Mezzadri; Fernando Renato Cavigliolli; Doralice Lange de Souza (Orgs.). Jundiaí: Fontoura, 2006.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

NARRATIVIDADES: O RESGATE DA TRADIÇÃO ORAL NO ALTO PARAOPÉBA

Bruno de Assis Freire de Lima¹

Resumo: Muitos de nós, quando crianças, ouvíamos histórias de nossos pais. Essas histórias, muitas vezes, foram ouvidas por eles por nossos avós, que ouviram dos nossos bisavós e assim por diante, perpetuando narrativas orais, de geração para geração. Nos dias atuais, com as mudanças sociais que o mundo vem presenciando, muitas dessas histórias se perdem, ficando apenas na memória de poucos de nós. A região do Alto Paraopeba é privilegiada tanto por estar perto do grande centro metropolitano, o que possibilita acesso a bens e serviços que até bem pouco tempo eram escassos no interior, quanto por preservar características interioranas, com a preservação da cultura e da história locais. Pensando nesse contexto, surgiu o projeto “Narratividades”, desenvolvido por estudantes do primeiro ano dos cursos integrados do IFMG-Congonhas. Neste texto, são relatadas as etapas do trabalho, desde sua idealização até sua realização, passando por atividades didáticas relacionadas à aprendizagem de diferentes linguagens.

Palavras-chave: Tradição oral. Retextualização. Cultura popular.

INTRODUÇÃO

A nossa realidade imediata como professores do IFMG-Congonhas é capaz de nos revelar uma peculiaridade na relação discente-escola: o afã do aluno ingressante no ensino médio integrado com a nova realidade com a qual se depara. Uma quantidade de disciplinas e professores bem maior do que ele estava acostumado, além de uma carga-horária também maior, com a divisão das atividades escolares em dois turnos, com formação técnica e média, marca a rotina dos novos alunos. Quase tudo é novidade.

A novidade também paira na própria concepção de ensino integrado nos Institutos Federais. Como aponta Silva (2009), a estrutura dos ins-

¹ Professor do departamento de linguagens do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: bruno.lima@ifmg.edu.br

titutos foi organizada de modo a planejar ações a partir do tripé ensino, pesquisa e extensão, de modo que seja possível possibilitar a formação integral de jovens e trabalhadores, para o benefício da comunidade, com difusão do conhecimento relacionado ao mundo do trabalho e demandas sociais. Sabemos que, dadas as inúmeras idiossincrasias enfrentadas diariamente no espaço escolar, nem sempre é possível desenvolver práticas totalmente alinhadas a esses propósitos, no entanto, cabe aos docentes a busca por essas relações.

O projeto “Narratividades” cumpre bem esse propósito integrador. Envolve ensino, pois seu percurso esbarrou em uma série de práticas didáticas para o aprendizado de língua e linguagens; envolve pesquisa, pois os alunos foram a campo levantar dados para o trabalho; envolve extensão, pois a sociedade participou não apenas como fonte de dados, mas como receptora desses dados. “Narratividades” foi um projeto desenvolvido com os alunos do ensino médio integrado, cujo objetivo principal era resgatar a tradição oral na região do Alto Paraopeba. Para que essas relações fiquem claras, é importante esclarecer como o projeto foi concebido. Eis:

Certa noite, meus pensamentos conduziram-me à memória de minha infância, quando meu pai me contava histórias do seu tempo de criança. Eu não era personagem daquelas histórias, mas aquele jeito de contar, a forma com que as palavras eram postas nas narrativas, fazia com que eu entrasse naquele mundo, a ponto de imaginar cenas, antecipar fatos, inferir falas, criar desfechos. Talvez tenha vindo daí o meu gosto pelas Letras... Fato é que me lembrei claramente de muitos momentos em que essas histórias foram contadas, mas não me lembrava, com exatidão, o conteúdo dessas histórias. “Puxa, como seria bom se essas histórias tivessem sido registradas para a posteridade!”, pensei.

Foi assim que o projeto “Narratividades” começou a tomar forma. O título é uma aglutinação neológica entre “narrar”, “atividades” e “idades”. Eu tinha em mãos as palavras-chave da condução desse trabalho. Essas recordações me fizeram reportar ao meu trabalho docente: a propósito do que ocorreu com meu pai – e, por extensão aos meus avós e outros antepassados – certamente outros pais e outros avós, como os dos meus alunos por exemplo, teriam algo a contar sobre as histórias que eles ouviram, viram ou vivenciaram. A ideia do projeto foi apresentada às tur-

mas do primeiro ano, para uma construção coletiva de ações. De imediato, os alunos aceitaram a proposta: cada aluno deveria gravar um vídeo com um algum de seus ascendentes, contando alguma significativa história de suas recordações.

O propósito, além de reunir as histórias da tradição oral, era oferecer à comunidade um canal virtual para divulgação dessas memórias. Os resultados começaram a chegar mesmo antes do início oficial dos trabalhos. Alguns alunos se apressaram na tarefa de produção dos vídeos, que chegaram com depoimentos daqueles que estrelaram nas gravações. Depoimentos emocionados pela satisfação por se sentirem “úteis” à vida escolar de seus sobrinhos e netos... À propósito desses relatos, a conclusão de que muitos idosos resgataram em si a (auto)estima por participarem da formação de um jovem em um trabalho de uma renomada instituição de ensino.

Embora os vídeos fossem o “carro chefe” do projeto, ainda havia muito trabalho pela frente. Aliado à produção dos vídeos e à criação do canal virtual, os alunos também tiveram a tarefa de transcrever e retextualizar do código oral para o texto escrito os relatos de “Narratividades”. Nesse momento do trabalho, muitos se deparam com a questão sobre “o que fazer com o ‘erro’ de português cometido na fala”. Era a deixa necessária para a introdução das noções de variação e mudança linguística, tão evidentes entre os mineiros que vivem na região. Derivaram daí frutíferas discussões sobre gêneros textuais e padrões linguísticos em que o “erro” passa a ser relativizado em função das intenções de comunicação por trás dos textos e gêneros. A lição foi dada.

Buscamos na sociolinguística as diretrizes para a elaboração de uma ficha de coleta de informações socioeconômicas e culturais, que pudesse revelar o perfil desses informantes, atores dos vídeos. Quem eram, de onde vieram, qual sua trajetória na região, eram alguns dos questionamentos da ficha, que possibilitou aos alunos um contato com a pesquisa etnográfica, que pudesse explicar possíveis diferenças entre a fala e a escrita. Não houve *glamour*, não houve pompa, não houve nenhuma tentativa de “falar bonito”. Toda a simplicidade cotidiana da tradição oral esteve presente nos vídeos, tal como desejável. Essa era uma forma de resgatar a tradição oral em sua simplicidade e espontaneidade.

É nesse contexto que foi implantado o projeto título deste texto: *NarrativIdades*, cuja relevância ultrapassa os limites físicos da escola, trazendo da e levando para a sociedade a participação entre os corpos que compõem a educação dos nossos jovens: a escola e, em extensão, a família. Neste artigo, com tom de relato, são apresentadas, além desta introdução, uma seção destinada às etapas de planejamento das atividades do projeto, em 2; as etapas de execução do projeto, em 3; e as considerações finais, em 4.

DESENVOLVIMENTO

Planejando as tarefas em “NarrativIdades”

“NarrativIdades” foi desenvolvido junto às turmas de 1º ano do ensino médio integrado, dos cursos de Edificações, Mecânica e Mineração. As diretrizes do trabalho foram estabelecidas conjuntamente, de modo que cada turma pudesse opinar sobre as atividades que iriam realizar. Após as discussões com as turmas, chegamos a este roteiro:

- Cada aluno deveria fazer um vídeo de até cinco minutos com algum ascendente, de preferência um de seus avós. No vídeo, apenas a figura do idoso, narrando uma história de suas recordações.
- Os vídeos deveriam ser gravados pelo celular, TIC acessível a todos os alunos. Uma vez gravado, o vídeo era enviado para o professor por e-mail ou pelo *WhatsApp*, juntamente com o nome do narrador no vídeo.
- Informações socioeconômicas culturais deveriam ser coletadas, de maneira que o projeto pudesse contar com outras fontes de informação, como nível de escolaridade, gênero e idade do informante, conforme ficha que será apresentada adiante.
- Os textos gravados deveriam ser transcrição, do código oral para o código escrito, depois retextualizados, de maneira que pudéssemos construir um banco de dados com as memórias dos idosos da região do Alto Paraopeba.

- Os vídeos seriam divulgados em um canal no *YouTube* (<http://goo.gl/ZTRQju>) e em uma página do *Facebook*, (www.facebook.com/narratividades) para garantir a divulgação da pesquisa e dar visibilidade ao projeto.

Para que as atividades pudessem ser iniciadas, foi elaborada uma carta de apresentação do projeto (Figura 1), destinada aos pais ou responsáveis dos alunos. O objetivo da carta, além de apresentar os propósitos do projeto, era solicitar auxílio para que houvesse apoio à iniciativa, no sentido de que os pais/responsáveis pudessem facilitar o acesso dos alunos aos antepassados, promovendo, por exemplo, visitas aos informantes para viabilizar a gravação dos vídeos e coleta das demais informações.

Além da carta de apresentação, foi elaborada uma ficha para coleta de dados etnográficos (MATTOS, 2011), (Figuras 2 e 3), de modo que pudessem ser coletadas informações para cruzamentos adicionais de dados, para investigações futuras. Por exemplo, a ficha pode revelar que, embora o informante resida na região do Alto Paraopeba, ele pode ter outra origem, de forma a introduzir histórias novas à cultura da tradição oral da região. Do mesmo modo, variações linguísticas podem ser relacionadas com aspectos etnográficos relacionados ao gênero, idade, ou mesmo região ou bairro onde o informante reside.

Cada aluno recebeu uma cópia impressa da carta e uma cópia impressa da ficha etnográfica, que também foi encaminhada por e-mail, para que todos pudessem, se fosse o caso, preencher as informações eletronicamente. Dessa forma, não apenas os aspectos linguísticos seriam trabalhados, mas as linguagens, de maneira geral, com as Tecnologias de Informação e Comunicação.

Ainda durante o planejamento das atividades, foi desenvolvido um termo de autorização de uso de voz, som e imagem (Figura 4), para que os vídeos pudessem ser devidamente publicados na internet. Esse termo foi distribuído entre os alunos, preenchidos por eles, e assinado pelos informantes dos vídeos.

Figura 1. Apresentação do projeto.

Tradições orais no Alto Paraopeba

Prezados pais ou responsáveis,

Deixem-me me apresentar: meu nome é Bruno, sou professor de Língua Portuguesa no *Instituto Federal Minas Gerais*, e atualmente leciono para as turmas de primeiros anos dos cursos de Edificações, Mecânica e Mineração.

Quando eu era criança, o meu pai me contava histórias que ele ouvia do meu avô. Essas histórias refletiam parte da cultura e da época dos meus antepassados e puderam alimentar a minha imaginação durante a minha infância. Imagino que muitos de vocês também tenham tido essa experiência e, talvez muitos de vocês também tenham contado essas histórias a seus filhos.

No entanto, nos dias atuais essa prática de contar as histórias tem se perdido. Esse é o motivo do meu contato. Eu, em conversa com os alunos do primeiro ano, sugeri que pesquisássemos com avós e – em muitos casos, bisavós! – histórias, causos, narrativas que pertençam a suas memórias. Pode ser história de algum episódio da vida que, por um motivo ou outro, se tornou memorável. Pode ser algum “causo” que se tenha ouvido em algum momento da vida, enfim: o objetivo é registrar a memória dessas tradições orais.

Essencialmente, os alunos ficarão responsáveis por fazer o contato com seus avós e bisavós, para explicar-lhes sobre o trabalho. Depois disso, os alunos farão um vídeo dos seus antepassados contando essas histórias. Os vídeos farão parte do banco de dados da pesquisa “Tradições orais no Alto Paraopeba”, do IFMG-Congonhas. Finalmente, as histórias gravadas serão transcritas e publicadas em um blog ou, caso seja possível, se transformarão em um livro de causos da região.

Para que o trabalho se concretize, seu apoio é fundamental. Peço, por gentileza, que facilitem esse trabalho de coleta de dados que, muito mais que uma pesquisa escolar, é a tentativa de registrarmos as memórias literárias de nossos antepassados.

Conto com sua colaboração,

Com os meus cumprimentos, agradeço.

Prof. Bruno de Assis F. de Lima

Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 2. Ficha de coleta de dados etnográficos.

Formulário de informações sociolinguísticas para o projeto “Tradições orais no Alto Paraopeba”

Última data de atualização:

Informações dos informantes (dados pessoais)	
Nome completo do informante	
Apelido	Sexo: (<input type="checkbox"/>) M / (<input type="checkbox"/>) F
Grau de parentesco com o entrevistador	(<input type="checkbox"/>) avô/avó (<input type="checkbox"/>) bisavô/bisavó (<input type="checkbox"/>) pai/mãe (<input type="checkbox"/>) tio/tia (<input type="checkbox"/>) Outros: _____ (especificar)
Nacionalidade	
Local de nascimento (cidade/estado)	
Endereço	
Distrito/Região/Bairro	Cep: -
Telefone	
Data de nascimento (DD/MM/AAAA)	
Nível de escolaridade	

Informações do pesquisador	
Nome completo do informante	
Tuma: (<input type="checkbox"/>) Edificações 1 (<input type="checkbox"/>) Mecânica 1 (<input type="checkbox"/>) Mineração 1 e-mail:	

Informações da narrativa (em conversa informal, buscar por essas informações)	
Nome da história (se houver)	
Lembra-se onde ou quem quem aprendeu essa história?	
Por que essa história entrou para as suas recordações?	

Informações técnicas (a ser preenchido pelo pesquisador após a transcrição da narrativa)	
Enredo (sobre o que é a narrativa)?	
Personagens (quanto e quais são?)	
Natureza da narrativa	(<input type="checkbox"/>) biográfico (<input type="checkbox"/>) ficção (<input type="checkbox"/>) mista

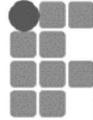
Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 3. Ficha de coleta de dados.

Narrativa (retextualização: do código oral para o código escrito)
Link para exibição

Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 4. Termo de autorização.

<p>TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, TEXTO E VOZ</p> <p>Pessoa maior de 18 anos</p> <p>Neste ato, e para todos os fins em direito admitidos, autorizo expressamente a utilização da minha imagem e voz, em caráter definitivo e gratuito, constante em fotos, filmagens e depoimentos decorrentes da minha participação no projeto “Tradições orais no Alto Paraopeba”.</p> <p>Objetivos principais:</p> <ul style="list-style-type: none">➔ Promover a perpetuação de histórias da tradição oral na região do Alto Paraopeba➔ Divulgar as narrativas orais em diferentes suportes e gêneros do discurso (conto, anedota, crônicas, etc). <p>As imagens e a voz poderão ser exibidas: nos relatórios parcial e final do referido projeto, na apresentação áudio-visual dos relatórios e projetos, em publicações e divulgações acadêmicas, em festivais e premiações nacionais e internacionais, assim como disponibilizadas no banco de imagens resultante da pesquisa e na Internet, fazendo-se constar os devidos créditos.</p> <p>O aluno fica autorizado a executar a edição e montagem das fotos e filmagens, conduzindo as reproduções que entender necessárias, bem como a produzir os respectivos materiais de comunicação, respeitando sempre os fins aqui estipulados.</p> <p>Por ser esta a expressão de minha vontade, nada terei a reclamar a título de direitos conexos a minha imagem e voz ou qualquer outro.</p> <p>Congonhas, 30 de março de 2015.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Assinatura</p> <p>Nome: _____</p> <p>RG: _____ CPF: _____</p> <p>Telefone1: () _____ Telefone2: () _____</p> <p>Endereço: _____</p>	 <p>INSTITUTO FEDERAL MINAS GERAIS Campus Congonhas</p>
--	---

Fonte: Arquivo Pessoal.

Executando as tarefas de “NarrativIdades”: impactos em sala de aula

Uma vez delimitadas as etapas para o desenvolvimento do trabalho, os alunos foram a campo, para gravarem os vídeos. Alguns problemas, de antemão, foram postos:

a) Alguns alunos não tinham mais avós maternos ou paternos. dessa maneira, foram autorizados a buscar por outro parente idoso, como tios-avós; ou mesmo tios.

b) Alguns alunos residiam em Congonhas, mas eram oriundos de outras cidades da região, morando distante de seus avós. Assim, foi permitido que eles buscassem por outras pessoas idosas, como vizinhos ou outros cidadãos do seu entorno.

Resolvida a questão do informante, as conquistas para o trabalho começaram a emergir. Uma vez que os vídeos eram feitos e enviados para o professor, a ficha de pesquisa etnográfica era entregue, já com a transcrição devidamente registrada. Inicialmente, quando da transcrição do código oral para o escrito, os alunos se depararam com os desvios linguísticos, característicos da oralidade. Para Bortoni-Ricardo (2004):

Da perspectiva de uma pedagogia culturalmente sensível aos saberes dos alunos, podemos dizer que, diante da realização de uma regra não-padrão [...], a estratégia [do professor] deve ser incluir dois componentes: a *identificação* da diferença e a *conscientização* da diferença (p. 42).

Seguindo esses preceitos, foi possível trabalhar com as turmas a noção de diversidade linguística e contextos de uso da linguagem. A relativização do certo e errado e sua aplicação nos gêneros textuais também teve vez em nossas discussões. Os alunos perceberam que, muito embora estivéssemos diante de textos escritos ao final do processo de retextualização, os “desvios linguísticos”, na verdade, passaram a ser a norma. Isso porque estávamos diante do gênero “causo”, no qual a identidade do produtor textual passa, também, pelo viés da linguagem. Um “causo” mantém todas as propriedades tanto do seu produtor quanto do contexto em que a narrativa se dá, o que é refletido nas escolas linguísticas que são feitas.

Desta maneira, retextualizar as narrativas mantendo as características da linguagem dos informantes serviu não apenas para preservar a tradição histórica e cultural dessas pessoas, mas também a sua memória linguística e sua própria identidade. A atividade de transposição da oralidade para a escrita passou por dois processos. Primeiro, os alunos transcreveram a fala para a escrita. Essa etapa tratou, portanto, de uma transcrição. Depois, de posse das transcrições, os alunos retextualizaram, eliminando marcas que são típicas da oralidade, como os marcadores “né?”, “aí”, “então”, criando um novo texto.

Para Marcuschi (2010), a escrita, [...], pelo fato de ser pautada pelo padrão, não é estigmatizadora e não serve como fator de identidade individual ou grupal. Isso, a menos que se sirva, como na literatura regional, de traços da realidade linguística regional ou apresente características estilísticas tão peculiares que permitem a identificação da autoria. Mas isto não ocorre com todos os gêneros textuais. Por exemplo, não se pode chegar a identificações individuais de autoria na maioria dos textos de um jornal diário. (p. 36.)

O autor aponta o prestígio da escrita em oposição à fala, ressaltando seu aspecto de padronização, ao mesmo tempo em que delimita o desvio, na escrita, como pertencente exatamente ao tipo de trabalho proposto pelo “Narratividades”: os textos narrados pertencem à cultura popular regional, são casos contados, ouvidos ou vividos através dos tempos. Ressalta-se a isso o “gênero textual ‘causo’” que, em sua constituição, já pressupõe enredos relacionados ao popular, ao regional.

Além do aspecto discursivo verificado nos textos, também foram exploradas as relações gramaticais, em especial a fonologia (variação quanto à pronúncia/articulação fonética); o léxico (variação de vocabulário) e a sintaxe (variação de concordância verbal e nominal), mas foi no âmbito da produção de textos que “Narratividades” teve seu auge, possibilitando dois momentos de produção: a) a transcrição (do código oral para o escrito) e b) a retextualização (do “causo” transscrito para um gênero narrativo como conto).

Abaixo, há exemplos de reescritas a partir dos vídeos, tanto com transcrição quanto com retextualização. O primeiro vídeo, denominado de “*O amor vai a cavalo*”, que pode ser acessado no *link* <https://youtu.be/dP5olpIR4NU>, foi feito pela senhora *Lourdes Santana Almeida*, e trata do amor entre dois primos, antepassados dela.

Ex.01: Transcrição: O amor vai a cavalo

“Lourdes Santana Almeida, eu vou contar a história do meu tio, vivido por ele mes. Quando ele era jovem, ele apaixonou pela prima dele. E aí os pais não deixa, não queria, não deixaram eles casar, porque não pode primo casar com prima. Aí ele pegou combinou com a prima, foi na casa da prima, a prima tava passando roupa. E ele chegou com o cavalo, amarrou o cavalo, o cavalo. E e chegou na janela e aí disse para a prima: “Olha, tchau, vou embora”. Foi embora. Aí ela parou de passar roupa, fingiu que foi dormir, pegou o cavalo e foi encontrar com o amado. (Risos) Aí vieram embora, aí viajaram 15 dia no Paraná, a cavalo. Aí ele já tinha preparado a fuga antes, ele tinha deixado em cada lugar um cavalo pra trocar, porque um cavalo só não aguentava chegar no Paraná... É! Aí em cada fazenda era seis cavalos que ele deixou. Aí cada meio dia, um dia, ele trocava de cavalo. Aí os cavalo não avançava, vieram embora, levaram 15 dias para chegar no Paraná. Aí viveram lá muitos anos. Aí depoi... casaram, tiveram uma filha, aí depois voltaram, nas casas dos pai, aí chegou na casa do pai, ela, nunca mais tinha dado notícia e largou a menina na porta da casa. A menina já com oito anos, a menininha. A menininha saiu correndo pra dentro de casa aí a mãe dela disse: “É a filha da Amália!” Aí fizeram as pazes, aí eles voltaram, foram embora pro Sul e viveram. Aí os pai aceitou eles, porque não adiantava! Aí eles viveram 70 anos casados. E hoje ela já faleceu e ele está com 103 anos, lúcido e apaixonado com ela ainda, até hoje! É verdade! E... e a história... e eles viveram felizes... e hoje ele está lá com oitent..cento de dois anos, lúcido.”

A transcrição, como já posto, foi entregue junto à ficha de pesquisa etnográfica. Em sala de aula, como também já dito, o aluno responsável pelo vídeo, retextualizou da seguinte maneira:

Ex.01: Retextualização: O amor vai a cavalo

Em uma cidade do interior, no Rio Grande do Sul, moravam dois primos. Eles não carregavam somente o grau de parentesco: eles carregavam amor. Gostavam-se, casal apaixonado. Tiveram que fingir uma separação, por causa da pressão “daqueles tempos”, que dizia: “Não pode namorar primo com prima, sangue com sangue!”.

A solução – vejam só! – era fugir. Fugir para viver o amor. E assim eles fizeram. Em um dia combinado, estava a prima passando roupa, quando vê chegar, pela janela, o primo, montado em um cavalo. Ele amarra esse cavalo no quintal da casa, e vai se despedir da prima e dos seus familiares. Diz que vai embora, vai viver em outro lugar.

A prima – que já sabia de tudo! – nem se pôs muito a sofrer. Terminou de passar roupa, fez de conta que ia dormir, e saiu de mansinho, para o quintal: montou naquele cavalo e foi fugir junto do primo.

Viajaram por quinze dias! Vejam que situação! Com um cavalo apenas, não teria condição! O que fez então o primo? Deixou vários cavalos espalhados pelas fazendas do caminho até chegar no Paraná! Viajavam por um tempo e trocavam de cavalo.

Os anos se passaram: os primos distantes dos pais, sem darem notícia, já com filha crescidinha, resolveram voltar. E a prima levou a sua filhinha e deixou na porta da casa dos seus pais. A menina, bem feliz, foi então reconhecida! Não havia o que fazer, a não ser aceitar essa família. Ainda bem que aceitaram! Aceitaram e foram felizes!

Os primos – agora maridos e sob as bênçãos da família – viveram 70 anos juntos. Hoje não tem mais a prima, mas ainda tem o amor. O primo, com 103 anos, continua lúcido, mas ainda em devaneio por amar a prima Amália.

O segundo vídeo, denominado “A menina levada”, pode ser acessado pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=FQyTTMC2Ku8>, e traz uma narrativa contada pela senhora Ana Pereira Rodrigues, sobre a morte de uma menina, mordida e envenenada por uma cobra de duas cabeças:

Ex.02: Transcrição: A menina levada

“Era, era uma uma casa na roça, assim então a a a a a comadre foi lá, sabe? Então a menina era muito manhosa e chorava à toa. Aí elas tão batendo papo, tá batendo papo. Aí é, el falou assim “Ó comadre!” – passou um um tempinho, a menina começou a gritar – aí aí a comadre falou ass..., a mãe da menina falou assim: “Não, ela chora à toa, ela é manhosa, chora à toa”, aí depois a outra falou assim: “Não!

Mas agora ela tá gritando demais, já tem meia hora que essa menina tá gritando, vamo lá!” e ficou nervosa “Alguma coisa aconteceu”. Aí que elas foram lá e a menina, tinha uma cobra de duas cabeças garrafa na perna dela, aí elas conseguiram rancar a cobra, mas o veneno da cobra tinha muito tempo e passou pro coração dela, ela tinha nove ano então é ela morreu porque não cuidou na hora, muito sem recurso, não tinha médico, não tinha nada.”

A retextualização gerou este texto:

Ex.02: Retextualização: A menina levada

Uma menina muito manhosa, muito levada morava na roça. Um dia, fomos visita-la. Estávamos na sala, conversando, e a menina começou a chorar. As visitas ficaram assustadas, tamanha altura daqueles gritos e choros. Perguntamos à comadre se não havia algo de errado. Ela disse que não: sua filha era manhosa e levada e aquele choro era natural.

O tempo foi passando e o choro e os gritos foram aumentando. Muito mais assustados que antes, pedimos para ver a menina. Chegando ao quarto, havia uma cobra de duas cabeças agarrada na perna da menina! Como já fazia tempo, a cobra já tinha injetado veneno na menina. Ela tinha 9 anos, não havia recursos na roça. Morreu poucos minutos depois.

O terceiro vídeo, denominado “Mamadeira de PET”, é uma narrativa contada pela senhora Fátima Soares Pereira, sobre o seu tempo de criança e sua divertida história com uma garrafa de Coca-cola que servia como mamadeira. O vídeo pode ser acessado pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=D7O24F-2mMk>:

Ex.03: Transcrição: A mamadeira de PET

“Pode começar? Eu sou tia-avó da Sandra, e eu lembro, eu nasci no Jequitinhonha, em Minas Gerais, lá no norte de Minas, então minha mãe, ela tinha nós éramos cinco irmãos, a minha mãe tinha seis filhos. A coisa mais preciosa que existia na minha casa era aquelas garrafa de Coca-cola, que hoje quando a gente pede no restaurante

“Eu quero a Coca-cola KS” era a coisa mais preciosa que a gente guardava em casa, porque a gente não tinha muita condição de comprar, e nem existia muito, né? Então o que que acontece, essas garrafa servia de mamadeira pra gente. A gente pegava uns bi bicão vermelho, não sei nem, nunca mais nem vi esse bicão vermelho, enfiava, enchia a Coca-cola de leite, aquela Coca-cola de leite, enfiava esse bicão vermelho e virava, mamava que nem vaca! Hahaha E, não podia chegar ninguém em casa, porque se chegasse alguém em casa, era uma debandada danada pra gente se esconder debaixo da mesa para ninguém ver a mamadeira de Coca-cola de bico vermelho da gente!”

A retextualização gerou este texto:

Ex.03: Retextualização: Mamadeira de PET

Minha família é do Jequitinhonha, lá no Norte de Minas. Éramos seis irmãos, pobres e felizes. A coisa mais preciosa que tinha na minha casa eram aquelas garrafas de Coca-cola, de vidro, aquelas pequenas. A gente não tinha muito condições de comprar, nem existia muito por aí. Sabe por que a gente gostava tanto? Aquelas garrafas serviam de mamadeira para a gente! A gente pegava uns bicos vermelhos – nunca mais nem vi desses bicos por aí! – enchia a garrafa de leite, colocava o bico, e ó!...mamava que nem vaca! Quando chegava alguém em casa a gente corria e se escondia debaixo da mesa para ninguém ver a nossa mamadeira de PET com bico vermelho da gente!

As transcrições foram feitas para todos os vídeos gravados. Elas têm como característica a fidelidade ao texto oral, ao passo que as retextualizações, também aplicadas em todos os vídeos, permitem ao autor/aluno a inserção de informações não presentes no texto original, mas que contribuem para a construção de sentido do todo. Os temas dos vídeos tratam sobre amor, travessuras infantis, assombração e histórias macabras, relações sociais (como a construção da BR-040, trabalho e tradições familiares). “Narrativldades” é um canal hospedado no YouTube, e pode ser acessado através do link: <https://goo.gl/sTXUtj>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Narratividades” é um projeto que teve início, mas que não tem fim. A cada ano, novos alunos ingressam no IFMG, com novas histórias, novos propósitos. Cada nova história, novas construções linguísticas, novas variações, novas oportunidades. Mais do que um resgate da tradição oral da região do Alto Paraopeba, “Narratividades” permite a integração e o resgate do idoso, que recebe voz para deixar às futuras gerações um pouco de suas memórias afetivas.

Este é um projeto que, embora surja como integrante do componente curricular “Língua Portuguesa”, possui forte apelo inter e multidisciplinar, o que possibilita enriquecimento cultural ao aluno e à vezes utópica aprendizagem significativa. “Narratividades” ainda não rendeu uma publicação com os textos produzidos, mas isso será feito em um futuro breve, tão logo o banco de textos ganhe corpo robusto a ponto de refletir, mesmo que parcialmente, a grandiosidade da tradição oral dos moradores do Alto Paraopeba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORTONI-RICARDO, S. *Educação em língua materna: A sociolinguística em sala de aula*. São Paulo: Parábola, 2004.

MARCUSHI, L. A. *Da fala para a escrita: atividades de retextualização*. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

MATTOS, C. L. G. A abordagem etnográfica na investigação científica. In MATTOS, C. L. G. e CASTRO, P. A. (orgs). *Etnografia e educação: conceitos e usos* [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

PROJETO NARRATIVIDADES, Canal YouTube, disponível em: <<https://goo.gl/sTXUtj>>.

SILVA, C. J. R. *Institutos Federais Lei nº 11.892, de 29/11/2008: comentários e reflexões*. Natal: IFRN, 2009.

O ITEM EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA E MATEMÁTICA: CONFLUÊNCIAS NORMATIVAS

*Bruno de Assis Freire de Lima¹, McGlennon da Rocha Regis²,
Ana Cristina Godoy Meireles da Costa³, Edson Peixoto Oliveira⁴*

Resumo: A partir da década de 1990, com a instauração do Enem e sua posterior utilização como instrumento de acesso ao ensino superior, as escolas de ensino médio passaram a associar suas práticas de ensino à preparação dos estudantes para que tenham êxito nesse certame. Há uma crença velada (ou não!) de que as escolas com melhores resultados atraem mais alunos e mais investimentos, sendo elas particulares ou públicas. Nesse sentido, espera-se que os livros didáticos adotados apresentem atividades similares ao que se solicita no Enem. Este trabalho apresenta o resultado de uma análise técnica de livros didáticos de física e matemática, no que diz respeito à constituição dos itens que são apresentados nessas publicações, com vistas a responder à pergunta: Os itens criados pelos autores dos livros didáticos estão tecnicamente de acordo com as normalizações de constituição formal do gênero item?

Palavras-chave: Linguagem especializada. Gênero de especialidade. Livros didáticos. Item.

INTRODUÇÃO

A avaliação é uma prática tão antiga quanto a própria existência da humanidade. No simples ato de categorizar ações e objetos, o homem está avaliando, julgando, examinando. Como área de conhecimento sistematizado, a avaliação só se estabelece durante o século XVIII, bastante motivada, inclusive, pela Revolução Industrial (PASQUALI, 2013). Antes disso, práticas de avaliação como exame já se consolidavam nas escolas, principalmente dado o caráter excluente do ensino, em que apenas os alunos mais bem avaliados poderiam prosseguir em seus estudos. Com

¹ Professor do departamento de linguagens do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: bruno.lima@ifmg.edu.br

² Professor do departamento de física do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: mcglenon.regis@ifmg.edu.br

³ Aluna da licenciatura em física do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: ana.cristina.godoy@gmail.com

⁴ Aluno da licenciatura em física do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: edson.p.oliveira@outlook.com

a sistematização da avaliação como área do saber – motivada pelo interesse do homem em medir componentes psicológicos de modo objetivo – surge a Psicometria, responsável por essa sistematização. Para se ter uma ideia de sua importância, no próprio contexto da Revolução Industrial, as avaliações eram utilizadas, com o intuito de avaliar e selecionar operários para essa nova frente de trabalho (PILETTI e PILETTI, 2011).

A partir de então, a avaliação passa a ser utilizada em diversas áreas, de tal modo que podemos falar em avaliação de gestão, avaliação psicotécnica, avaliação de processos, etc, como também em avaliação escolar. Como dito, não quer dizer que antes desse período a escola não avaliasse. Essa avaliação, porém, não era parametrizada, não havia critérios objetivos e precisos nessas práticas (o que, infelizmente, ainda persiste em muitas práticas escolares). É nesse contexto, inclusive, que se cria a associação entre “avaliação” como meio de “chantagem e tortura” ou, nas palavras de Moretto (2014), a “avaliação como um acerto de contas” entre professores e alunos.

A Psicometria surge e, de certa forma, rompe com essas ideias retrógradas de que avaliar implica excluir. É estabelecido, com certa precisão, aquilo que ainda é necessário conhecer, dominar, desenvolver. Surge uma área de conhecimento especializado, com uma terminologia característica, com seus próprios textos e usos da linguagem. Nasce, assim, o que se conhece como “item”, instrumento avaliativo, unidade constituinte de provas e testes. O senso geral costuma tomar “item” como sinônimo de “questão de prova”, mas há evidências de que são objetos diferentes. O que há, entre esses termos, é uma relação de hiperonímia, em que “questão” é um recurso utilizado para a elaboração de alguns tipos de item. Assim, devemos entender “questão” com seu sentido etimológico, de pergunta. Como pergunta, uma questão se encerra com um ponto de interrogação. Há itens formados por perguntas, ou seja, há itens formados por questões, mas nem todo item tem esse formato, o que é capaz de justificar item e questão como termos que designam objetos diferentes.

Mas o que interessa, em relação ao item, é que, como objeto que nasce em uma especialidade, ele é, também, um objeto de especialidade, com características mais ou menos fixas, como suas partes constituintes e como a terminologia utilizada em sua composição. Os primeiros itens surgem com Esquirol (1838) e passam a ser amplamente utilizados, da-

do o interesse estatístico no comportamento psíquico, como já salientando. Nas escolas, os itens passam a fazer parte dos testes clássicos (Teoria Clássica do Teste), cuja preocupação centrava-se na avaliação de conteúdo. Assim, um teste de matemática, por exemplo, versava sobre um determinado tema, e não sobre capacidades específicas, como a de analisar, comparar, subtrair, relacionar, etc. Durante o século XX, os itens passam por uma ressignificação, com a Teoria de Resposta ao Item (TRI), cujo objetivo volta-se a habilidades determinadas, relativamente desprendidas do conteudismo, de tal modo que o resultado das avaliações indica, com certa precisão, que componentes cognitivos (e não conteúdos) devem ser desenvolvidos ou assimilados pelo avaliado.

Resultados positivos em avaliação passam a ser indicadores de qualidade. O Brasil, a exemplo do que ocorre ao redor do mundo, passa pela implantação de diferentes exames sistêmicos (também denominados Avaliações Externas). São criados exames fora do contexto escolar, mas aplicados nas escolas, com vistas a subsidiar políticas de investimentos das mais diversas ordens. Em nível nacional, talvez o Enem seja o exame mais popularmente conhecido. Nos dias atuais, sua importância é tamanha, a ponto de haver quase que a extinção do vestibular: exame que seleciona candidatos para os cursos superiores. O Enem tem cumprido essa função seletiva. Isso posto, a busca pela excelência nos resultados implica em benefícios não apenas para os alunos, mas também para as escolas. Há a crença de que escolas com melhores resultados atraem mais alunos e maiores investimentos, sejam essas escolas particulares ou públicas. Os professores têm interesse em preparar esses alunos para o Enem, embora – frisa-se! – essa, teoricamente, não deva ser função prioritária do ensino.

Preparar o estudante para o Enem não é transmitir uma gama x de conhecimentos, mas contribuir para que esse estudante esteja apto a realizar operações mentais. Não se trata de uma avaliação em que é aprovado quem sabe mais. Ao contrário, é uma avaliação em que é aprovado quem relaciona dados, infere informações, ou seja, alguém que seja capaz de agir com autonomia diante de situações-problemas. É para verificar a performance do estudante diante de situações-problema que o item é utilizado. A pergunta – cuja resposta não dispomos – é: Estariam, os docentes, preparados para ensinar tendo em vista esse novo modelo de avaliação, pressuposto pela Teoria de Resposta ao Item?

Neste cenário em que, em nível nacional, o Enem passa ser a “menina dos olhos” da educação, o mercado editorial também passa por transformações. Há a busca pela produção de material didático e bibliográfico formulado a partir das noções de competências e habilidades, que sustentam a TRI e, por consequência, os itens que compõem o Enem. Esses livros, em grande parte, são compostos por atividades retiradas de diferentes fontes, o que incluem as próprias provas de edições passadas do Enem. Nesses livros também há diferentes atividades elaboradas por seus autores. Dentre essas atividades, muitas não se aproximam daquilo que se denomina item, por diversas razões. Primeiro, porque as atividades de um livro didático não devem se limitar à preparação para o Enem. Da mesma forma, porque existem diferentes maneiras de verificar a aquisição de conhecimento que não seja somente por meio do item, como a elaboração de questões, relações, gráficos, tabelas, textos opinativos, etc.

O item, como já posto, é composto a partir de uma série de critérios normalizadores. No Enem, esses critérios são definidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e estão registrados em um Guia de Elaboração e Revisão de Itens. Esse não é um material sigiloso, tampouco seu acesso é restrito. Qualquer pesquisa simples nas plataformas de busca na internet é capaz de direcionar o consulente a esse material. Isso quer dizer que autores de livros didáticos não têm a desculpa de não conhecerem a estrutura do item, ou não saberem como elaborar itens. O mesmo se diga dos docentes, aqueles mesmos que querem preparar seus alunos para o Enem e que muitas vezes criam itens para atividades de avaliação simuladas para o Enem: deveria haver compromisso em manter os padrões normalizadores, garantindo a maior proximidade possível com o que de fato ocorre nas provas do Enem. Isso passa pela constituição técnica do item.

Diante dessas considerações, é pertinente indagar: As atividades preparatórias para o Enem, constante em livros didáticos – mercado editorial – estão de acordo com os padrões normativos do INEP para a elaboração dos itens do Enem? Em outras palavras: Os autores dos livros tiveram a preocupação de observar e aplicar os pressupostos técnicos nos itens que por ventura vieram a produzir para seus livros? Foi a partir dessas inquietações que surgiu a pesquisa cujos resultados são apre-

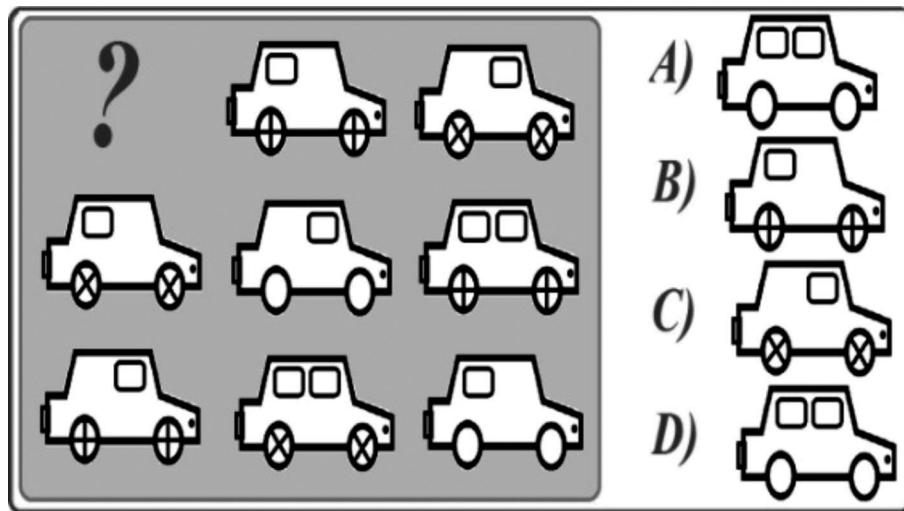
sentados neste texto. Objetivando verificar se os itens apresentados em livros didáticos de matemática e física confluem normativamente com as orientações do INEP/Enem, a pesquisa investigou obras situadas após o ano 2000, atendo-se à análise dos critérios de constituição do item, buscando verificar se houve transformações compostionais nos itens elaborados para essas obras. Foram analisadas duas coleções, uma de Física e uma de Matemática, contendo três volumes cada, correspondentes a cada uma das três séries do Ensino Médio. Trata-se da obra “Curso de Física”, de Beatriz Alvarenga e Antônio Luz e da obra “Matemática” de José Giovanni e José Bonjorno. Para a apresentação do trabalho, além desta introdução, este texto conta com outras seções, assim distribuídas: na seção 2, “O item no Enem: pressupostos técnicos” são discutidos os principais princípios técnicos de elaboração de item, segundo as diretrizes do INEP. Em seguida, na seção 3: “Os livros didáticos de física e matemática: análise das atividades propostas” é apresentada a justificativa para escolha das obras, além das etapas e os resultados da pesquisa. Sequencialmente, há as considerações finais e as referências bibliográficas do trabalho.

DESENVOLVIMENTO

O item no ENEM: pressupostos técnicos

Com a instauração da Psicometria e o estabelecimento do item como instrumento objetivo de avaliação, ele passa a ser usado nas mais diversas áreas, tomando formas próprias, moldadas a partir das idiossincrasias das áreas em que é utilizado. Por exemplo, na avaliação psicométrica (aquele que a pessoa precisa fazer quando quer tirar carteira de motorista), os itens, via de regra, são compostos por imagens que precisam ser relacionadas de acordo com determinada lógica. São itens predominantemente formados por uma linguagem não verbal, com elementos iconográficos. Já na avaliação da aprendizagem – onde se inclui o Enem – o item tem forte apelo verbal, a ponto de cada item corresponder a uma unidade textual.

Figura 1. Exemplo de item em avaliações psicotécnicas.



Fonte: Disponível em: <<https://goo.gl/bnEjvC>>. Acesso: 20/08/2018.

Na avaliação da aprendizagem, item é sinônimo de texto. O “item como texto” é composto por três partes discretas, a saber: a) um texto de suporte (ou texto-base), b) um comando (ou enunciado) e c) as alternativas de resposta. Cada uma dessas partes discretas será detalhada na próxima subseção. Antes, é necessário informar que essa estrutura de item se refere ao chamado “item de múltipla escolha” ou “item fechado”. A literatura em Psicometria reconhece diferentes tipos e formatos de item. No próprio Enem, há também o chamado “item discursivo” ou “item de redação”, que não interessa aos propósitos desta pesquisa. São considerados, portanto, os itens de múltipla escolha, amplamente utilizados no exame investigado.

Elementos constituintes do item de múltipla escolha

Na Figura 2, estão destacadas as partes constituintes do item de múltipla escolha:

Figura 2. Partes constituintes do item no Enem.

Texto de suporte	A moderna democracia brasileira foi construída entre saltos e sobressaltos. Em 1954, a crise culminou no suicídio do presidente Vargas. No ano seguinte, outra crise quase impediu a posse do presidente eleito, Juscelino Kubitschek. Em 1961, o Brasil quase chegou à guerra civil depois da inesperada renúncia do presidente Jânio Quadros. Três anos mais tarde, um golpe militar depôs o presidente João Goulart, e o país viveu durante vinte anos em regime autoritário.
Comando	A partir dessas informações, relativas à história republicana brasileira, assinale a opção correta.
Alternativas de resposta	<ul style="list-style-type: none">A Ao término do governo João Goulart, Juscelino Kubitschek foi eleito presidente da República.B A renúncia de Jânio Quadros representou a primeira grande crise do regime republicano brasileiro.C Após duas décadas de governos militares, Getúlio Vargas foi eleito presidente em eleições diretas.D A trágica morte de Vargas determinou o fim da carreira política de João Goulart.E No período republicano citado, sucessivamente, um presidente morreu, um teve sua posse contestada, um renunciou e outro foi deposto.

Fonte: Prova Enem 2006, Prova 1 - Amarela. p. 6, 2006. Adaptado.

O texto de suporte corresponde a um texto, de qualquer gênero, como crônica, reportagem, carta, poema, entrevista, etc. ou mesmo quadros, figuras, gráficos, tabelas, etc. sobre o qual há uma problematização. Os itens que compõem o Enem são custeados pelo poder público e deriva daí a compreensão de que certos temas e gêneros textuais devam ser evitados (ANDERSON e MORGAN, 2008). Por exemplo, um “santinho político”, cujo objetivo social é promover uma figura política é terminantemente vedado de figurar como texto de suporte dos itens. Não se deve, pois, utilizar recursos públicos para, em uma avaliação de larga escala, promover uma figura política. Propagandas seguem o mesmo princípio. Se em um item há uma propaganda da Coca-cola, por que motivos não haveria uma da Pepsí? Recursos públicos não devem se destinar a esse tipo de promoção. Temas polêmicos, que reforçam preconceitos e este-

reótipos também não devem figurar nos textos de suporte, sob pena de desvirtuar a real função do item, avaliar, para debates que pouco ou nada contribuem para a efetivação do exame. Nas palavras de Castro (2011): “Avaliar não é para amadores”.

Ainda sobre os textos de suporte, eles não devem ser muito extensos. Cada item avalia uma habilidade, um único componente cognitivo, o que descharacteriza a necessidade de textos de suportes extensos. Ademais, o exame é composto por 180 itens. Compreendendo que cada item tem, em média, um texto de suporte com 10 linhas, haveria um fluxo de leitura de mais de 1800 linhas em dois dias de prova, o que pode prejudicar o verdadeiro objetivo do exame: avaliar habilidades, e não resistência ou velocidade de leitura. Embora não sejam obrigatórios para constituir um item, o texto de suporte é indicado, pois ele comporta uma série de informações que, uma vez relacionadas, podem auxiliar na formulação ou mesmo resolução da situação problema do item.

Quanto ao **comando**, ele deve ser objetivo, no sentido de não permitir leituras equivocadas, ambíguas que possam prejudicar o avaliando. Não se trata de “facilitar” a avaliação, mas de torná-la justa. Não deve haver nenhuma “vingança” por trás do comando, com as chamadas “pegadinhas”. Assim, o comando deve ser suficientemente claro, com verbos objetivos, e sem informações que possam dar margem ao acerto sem que haja a devida análise por parte do avaliando. Os comandos, na TRI, não devem ter foco negativo, ou seja, devem orientar pela busca de uma afirmação adequada. Assim, os tradicionais “Assinale a alternativa INCORRETA”, “Todas as opções estão corretas, EXCETO”, “Qual destas alternativas NÃO está de acordo com o texto?” são veementemente contraindicados nos itens.

Já as **alternativas de resposta**, devem obedecer ao critério de plausibilidade, ou seja, cada uma das alternativas deve ser potencialmente correta. Isso quer dizer que todas as alternativas devem ser igualmente analisadas, sem que haja nenhuma facilmente descartável por ser incoerente com o que se propõe. Ainda sobre as alternativas, três paralelismos devem ser observados: a) o gramatical; b) o semântico e c) o de extensão.

O paralelismo gramatical pressupõe que cada alternativa seja elaborada a partir das mesmas classes gramaticais. Assim, todas as alternativas devem se iniciar, por exemplo, por verbo, ou por artigo, e assim por diante. Também estará de acordo com esse princípio o item cujas alternativas se iniciam com todas por classes gramaticais diferentes. Do mesmo modo,

atenderá ao princípio do paralelismo gramatical as alternativas iniciadas por “pares/tríos gramaticais”, como na FIGURA 1, em que as alternativas a), c) e e) se iniciam com preposição e as alternativas b) e d) se iniciam com artigo.

O paralelismo semântico relaciona-se ao significado assumido por cada alternativa no contexto do item, e está diretamente ligado à noção de plausibilidade. João pode ter feito uma cirurgia no joelho e outra na orelha. Da mesma forma, João pode ter feito uma cirurgia em Belo Horizonte e outra em Juiz de Fora, mas dizer que João fez uma cirurgia no joelho e outra em Juiz de Fora implica em ferir o princípio do paralelismo semântico das alternativas. O elaborador do item deve estar extremamente atento a isso, de modo a não causar incoerências internas (semânticas) nas alternativas de resposta.

Quanto ao paralelismo de extensão, refere-se à necessidade de as alternativas possuírem mais ou menos a mesma quantidade de caracteres, garantindo extensão semelhante. Isso evita o “erro” ou o “acerto” ao acaso. Nem sempre é possível garantir a extensão exata entre as alternativas, mas a que é visivelmente mais ou menos extensa que as demais tende a ser indicada como correta pelo avaliando, o que pode “mascarar” os resultados da avaliação. Uma vez estudados e analisados esses princípios técnicos em diferentes itens do Enem, os bolsistas passaram à análise dos livros didáticos, conforme será relatado na seção seguinte.

Os livros didáticos de física e matemática: análise das atividades propostas

A escolha pelas áreas de Física e Matemática se deu devido ao fato de o IFMG-Congonhas oferecer o curso de Licenciatura em Física, o que permitiu aos bolsistas trabalharem com um material afim a sua área de formação. Em Física, foi selecionada a obra de Beatriz Alvarenga e Antônio Luz, *Curso de física*, vols. I, II e III, publicadas em 2006, da editora Scipione. Em Matemática, a obra de José Ruy Giovanni e José Roberto Bonjorno, *Matemática*, vols. I, II e III, da editora FTD, publicadas em 2000.

As obras pesquisadas contêm poucos itens elaborados pelos autores dos livros. Em geral, há exercícios em forma de pergunta ou de problema. Raros são os casos em que há atividades vinculadas ao item de múltipla escolha. Esse dado pode ser revelador de que, embora haja explícita ou veladamente interesse editorial por trás das publicações pedagógicas no que diz respeito à preparação para o Enem, os autores e mes-

mo as editoras estão alheios ao principal – senão único! – gênero textual avaliativo do certame.

Nas obras, foram encontrados itens não só do Enem, mas de diversos vestibulares, o que revela certo apego à tradição de vestibulares que até então eram associados ao Ensino Médio (antigo 2º Grau). Aproveitar, nos livros, itens de vestibulares e mesmo de edições do Enem é algo que poupa os autores do compromisso técnico sobre esses itens, bem como isenta-os de despeserem tempo elaborando itens inéditos. Nesse contexto de “itens requeridos/reutilizados” perdem os alunos, pois itens que já caíram em domínio público estão – com o perdão da análise redundante – em domínio público e não carecem de livros didáticos para serem consultados. Perdem os autores, que se privam de oferecer ao mercado um trabalho ainda mais consistente, possibilitando o acesso a itens “inéditos”. Perdem as editoras, que deixam de contar com um argumento ímpar em sua divulgação didático-bibliográfica: o fato de uma obra contar com itens símiles ao Enem, inéditos.

Os itens (em qualquer exame em que ocorra) têm o objetivo de avaliar. No caso dos livros didáticos, o objetivo não é promover avaliação, mas preparar para futuras avaliações. Assim, as atividades (que podem ou não ter formato de item) assumem outros objetivos: fixar conhecimentos, revisar conteúdos e assim por diante. Portanto, nosso objetivo não é menosprezar atividades que não estejam de acordo com os padrões normativos dos itens, mas verificar se essas atividades confluem, de alguma maneira, com o que é esperado nos itens do Enem. Vejamos algumas análises.

A obra “Curso de Física”, de Beatriz Alvarenga e Antônio Luz

No que diz respeito a exercícios, problemas, questões, itens, ou qualquer outra denominação dada às atividades, há seções bem definidas, denominadas: “Exercícios de fixação”, “Exercícios de revisão”, “Problemas e testes”, “Questões de vestibular”. Isso não quer dizer, por exemplo, que “questões de vestibular” não ocorram em outra seção de atividades. Da mesma forma, não quer dizer que o formato item de múltipla escolha só ocorra na seção “Questões de vestibular”. Não há menção direta ao Enem em nenhum dos volumes pesquisados, embora o volume 3 se destaque por apresentar uma seção intitulada “Questões de interpretação de texto”. Essa seção é a que mais se aproxima das orientações técnicas

do INEP, uma vez que apresenta atividades com texto de suporte, a partir dos quais é feita uma interpretação para resolução da situação problema.

A organização da obra em seções de atividades pode ser encarada como um aspecto positivo, pois permite ao estudante “visualizar” de modo mais sistemático onde encontrar determinadas atividades e quais são os objetivos dessas atividades.

Figura 3. Exercícios de fixação nos livros de física.

~~de fixação~~ exercícios de fixação

Antes de passar ao estudo da próxima secção, responda às questões seguintes, consultando o texto sempre que julgar necessário.

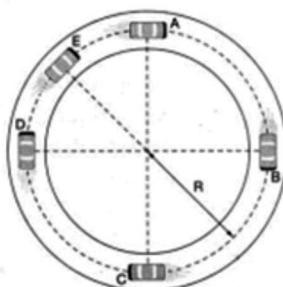
17. Um carro encontra-se em movimento circular uniforme na pista horizontal mostrada na figura deste exercício. O sentido do movimento é de A para B.

- a) Reproduza a figura em seu caderno e desenhe o vetor velocidade do carro, em cada uma das posições A, B, C, D e E mostradas.
- b) O carro possui aceleração tangencial? Possui aceleração centrípeta?
- c) Desenhe, em sua cópia da figura, o vetor \ddot{s}_c em cada uma das posições A, B, C, D e E mostradas.

18. Suponha que a pista do exercício anterior tenha um raio $R = 100$ m e que o carro faça 2 voltas, na pista, por minuto.

- a) Qual é, em segundos, o período do movimento do carro?
- b) Qual é, em hertz, a freqüência deste movimento?
- c) Qual é a distância que o carro percorre em cada volta (comprimento da circunferência)?
- d) Qual é o valor da velocidade linear do carro?

- e) Qual é a expressão que nos permite calcular a aceleração centrípeta? Use esta expressão e calcule o valor de \ddot{s}_c para este carro.



Exercício 17.

Fonte: ALVARENGA e MÁXIMO, vol. 1. p. 88.

Os chamados “exercícios de fixação” estão contidos logo após cada um dos assuntos tratados em cada unidade da obra. Conforme apresentação da seção, os exercícios apresentados são “questões” que devem ser respondidas com o auxílio “do texto”, sempre que necessário. “O texto” a que se refere a apresentação é o próprio texto didático que antecede à seção de exercícios. No caso 17 (Figura 3), é apresentada uma breve contextualização [“Um carro encontra-se (...) O sentido do movimento é de A para B.”]. As orientações ao estudante são dadas nos tópicos a), b) e c). Ao “pé da letra”, apenas o tópico b) é uma questão, com o tradicional

formato de pergunta. Quanto aos tópicos a) e c), pressupõem a utilização de outro suporte didático, revelado em a): o caderno. Nesses tópicos, fica evidenciado o que se comprehende por “verbos de comando”, marcados por um verbo que desencadeia uma ação do domínio do saber-fazer, quais sejam: “reproduza”, em a) e “desenhe”, em c).

Quanto ao caso 18, é apresentada uma situação hipotética [“Suponha que a pista do exercício anterior (...), por minuto.”]. Em seguida, cinco questões tradicionalmente marcadas pela interrogação são postas. Em todas elas, o “Q-questão⁵”, ou seja, o pronome “Qual”, que inicia cada uma das questões, cumpre formalmente o propósito de “avisar” ao estudante que ele precisará oferecer uma resposta. Um aspecto interessante nesses exemplos 17 e 18, é a retomada, na situação hipotética de 18, de informações contidas no caso 17. Isso insere uma espécie de “diálogo” entre as atividades, recurso recorrente na produção de textos de outras esferas de uso da língua. Vejamos outra seção da obra:

Figura 4. Exercícios de revisão nos livros de física.

revisão revisão **revisão** revisão revisão revisão

As questões seguintes foram formuladas para que você faça uma revisão dos pontos mais importantes abordados neste capítulo. Ao respondê-las, volte ao texto sempre que tiver dúvidas.

1. Em que condições podemos considerar um corpo como uma partícula? Dê exemplos.
 2. a) O movimento de um corpo depende do referencial no qual ele é observado. Cite exemplos que ilustrem esta afirmação.
b) Descreva uma situação na qual um corpo se encontra em repouso para um observador, mas em movimento em relação a outro observador.
c) Quando dizemos que a Terra gira ao redor do Sol, onde estamos supondo que está situado o referencial? E quando dizemos que o Sol gira em torno da Terra?
 3. Um corpo está se deslocando em movimento uniforme.
 - a) O que podemos dizer sobre o valor de sua velocidade v ?
b) Como é o gráfico $v \times t$?
c) Qual é a expressão que relaciona a distância percorrida, d , a velocidade v e o tempo de movimento t ?
d) Como é o gráfico $d \times t$?
e) O que representa a inclinação deste gráfico?
 4. a) Dê um exemplo mostrando que a distância percorrida por um carro e a sua posição em uma estrada são conceitos diferentes.
b) O que você entende quando alguém lhe diz que a velocidade de um carro é negativa?

Fonte: ALVARENGA e MÁXIMO, vol. 1, p. 62.

⁵ Essa é uma analogia direta ao que, em inglês, se denomina “W-question”. Nesses casos, encontram-se as construções “Who”, “Where”, “When”, “What”, iniciadas com “w”, mas também “How”, todas consideradas pronomes/advérbios interrogativos. Em português, prevalecem construções com “Q”: “Quem”, “Quando”, “Qual”, “Que”, mas também “Como”, tal qual acontece no inglês.

A seção “Revisão” (Figura 4) ocorre no final de cada unidade⁶ da obra, com o propósito de reunir atividades formuladas (essa informação é relevante, pois é reveladora de que foram criadas pelos autores do livro) sobre os assuntos tratados na unidade. No caso 1, um exemplo clássico de questão, formulada como pergunta. Nela, há um verbo no imperativo, nos mesmos moldes do “saber-fazer” explicitado anteriormente. Trata-se de uma atividade que solicita que o estudante “recorde informações”. É uma tarefa para testar a capacidade de memorização, sem entrar no mérito de sua importância, embora no Enem esse tipo de abordagem não exista.

No caso 2, há uma série de 3 tópicos, a), b) e c), ligadas apenas quanto ao tema, que só fica explícito quando se relaciona o conteúdo de cada um desses tópicos. Em a), a informação “movimento de um corpo” em relação “ao referencial em que é observado”; em b), a informação “corpo em repouso” x “corpo em movimento” em relação a um possível “observador”; e em c), a informação de que “a Terra gira em torno do Sol” em relação ao “Sol girando em torno da Terra” nos indicam o tema: “Cinemática”. Algo semelhante acontece no caso 4, em que o tema das atividades é inferido a partir do conteúdo de cada um dos tópicos, a) e b). Não há nenhum texto, frase ou informação hipotética para introduzir as atividades, que versam sobre “Cinemática”.

No caso 3, uma única afirmação hipotética introduz a atividade. Cada um dos tópicos a), b), c), d) e e) são introduzidos por “Q-questão”, corroborando a tradição de “questão” associada ao ensino. As questões são elaboradas de modo objetivo, exigindo, também, respostas objetivas. Em linhas gerais, essas atividades mostram a preocupação em deter conhecimentos e conteúdos, não a aplicação desses conhecimentos. Vamos à outra seção de atividades contida na obra:

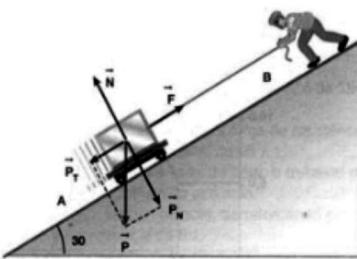
⁶ A obra não faz distinção entre os termos “unidade” e “capítulo”.

Figura 5. Exercícios “problemas e testes” nos livros de física.

Exercícios “problemas e testes”

- Uma caixa-d’água, cuja capacidade é de 2 000 L, está situada a 6,0 m de altura acima de um reservatório. Uma bomba, funcionando durante 20 minutos, eleva verticalmente a água, enchendo completamente a caixa.
 - Qual é, em newtons, o peso total da água elevada pela bomba? (Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e lembre-se de que a massa de 1 L de água é de 1 kg.)
 - Qual foi o trabalho total realizado pela bomba para elevar a água até a caixa?
 - Qual foi a potência desenvolvida pelo motor da bomba para realizar este trabalho?
- Um menino, exercendo uma força $F = 30 \text{ N}$, está puxando um carrinho cujo peso é $P = 50 \text{ N}$, ao longo da rampa mostrada na figura deste problema. Desprezando o atrito entre o carro e a rampa e considerando o deslocamento $AB = 4,0 \text{ m}$ assinalado, entre as afirmativas seguintes, aquela que está errada.
 - O trabalho realizado pela reação normal \vec{N} nulo.

- O ângulo formado pela força \vec{F} com o deslocamento do carrinho é de 30° .
- O trabalho realizado pela componente \vec{P}_T é de -100 J .
- O ângulo formado pela componente \vec{P}_N com o deslocamento do carrinho é de 90° .
- O trabalho total realizado sobre o carrinho é de 20 J .



Problema 2.

Fonte: ALVARENGA e MÁXIMO, vol. 1. p. 323.

Não há, na seção “problemas e testes” (Figura 5) nenhuma apresentação das atividades, conforme ocorre nas outras seções da obra. Nessa seção, há atividades de múltipla escolha, semelhantes a itens, bem como atividades discursivas, que exigem uma resposta escrita. Em comum, essas atividades pertencem ao que Silveira (2001) define como um problema matemático, ou seja, “*toda situação requerendo a descoberta de informações matemáticas desconhecidas para a pessoa que tenta resolver-lo e/ou a invenção de uma demonstração de um resultado matemático dado*”. O problema, então, está relacionado às áreas de exatas, que necessitam de um “resultado matemático dado”.

Nos casos 1 e 2, são apresentadas situações problema envolvendo conhecimento matemático. Em 1, são dadas questões que exigem resposta escrita. Em 2, há o que se aproxima do item de múltipla escolha. A figura de um menino puxando um carrinho ao longo de uma rampa, após as alternativas de resposta, pode equivaler ao texto de suporte, apesar de ocorrer após o comando. A figura representa informa-

ções matemáticas dadas na situação problema e possibilita visualização e posterior análise das informações. Quanto às alternativas de resposta, todas se iniciam com as mesmas estruturas linguísticas, mantendo, assim, o paralelismo gramatical. Da mesma forma, as alternativas são plausíveis, contém informações paralelamente arquitetadas, garantindo uma extensão aproximada em cada uma delas. Vamos à outra seção de atividades da obra:

Figura 6. Exercícios de “questões de vestibular” nos livros de física.

vestibular questões de vestibular questões de vestibular

As questões seguintes foram selecionadas em provas de concursos vestibulares das principais universidades e faculdades de vários estados brasileiros. Seu objetivo é transmitir ao estudante uma idéia de como são formuladas as provas de Física dos exames vestibulares em nosso país.

CAPÍTULO I – Algarismos significativos

1. Considerando seus conhecimentos sobre a notação de potências de 10, marque a opção errada:

- $2\ 434 = 2,434 \times 10^3$
- $0,00025 = 2,5 \times 10^{-4}$
- dois milhões = 2×10^6
- um centésimo = 10^{-2}
- oitenta e sete mil = $8,7 \times 10^3$

2. Assinale o resultado da operação seguinte:

$$\frac{10^3 \times (10^2)^3 \times \sqrt{10^{-6}}}{10^{-5}}$$

- 10^{11}
- 10^8
- 10
- 10^{-2}
- 10^{-3}

6. A distância média do Sol à Terra é de $1,496 \times 10^8$ km e a da Terra à Lua, de $3,84 \times 10^5$ km. Quando estes três astros estão alinhados, ficando a Terra entre os outros dois, a distância do Sol à Lua será:

- $5,336 \times 10^8$ km
- $5,336 \times 10^5$ km
- $1,500 \times 10^8$ km
- $5,34 \times 10^8$ km
- $5,34 \times 10^5$ km

7. Desejamos expressar $2,34 \text{ m}^2$ em cm^2 , sem deixar dúvidas quanto aos algarismos significativos. Assinale a opção adequada:

- $2,34 \text{ m}^2 = 234 \text{ cm}^2$
- $2,34 \text{ m}^2 = 2\ 340 \text{ cm}^2$
- $2,34 \text{ m}^2 = 2,34 \times 10^4 \text{ cm}^2$
- $2,34 \text{ m}^2 = 2,34 \times 10^2 \text{ cm}^2$
- $2,34 \text{ m}^2 = 23\ 400 \text{ cm}^2$

Fonte: ALVARENGA e MÁXIMO, vol. 1. p. 331.

Essa seção (Figura 6) ocorre ao final de cada um dos volumes que compõem a coleção. Peca por não apresentar a fonte de onde as “questões” foram retiradas. Seu objetivo é nomes: “transmitir ao estudante uma ideia de como são formuladas as provas de Física dos exames vestibulares em nosso país”. Considerando que a obra analisada data de 2006,

e que somente em 2009 o Enem passou a ser adotado como o principal exame de seleção para universidades brasileiras, é louvável a intenção dos autores. Quanto ao material apresentado, o caso 1 já peca por solicitar que o estudante busque a “opção errada”. Esse fundamento é justificável, tendo em vista que os vestibulares buscam (ou buscavam) selecionar candidatos. Selecionar uns, significa excluir outros. A intenção dos vestibulares não é (ou era) verificar aprendizagem, mas, simplesmente, triar os estudantes. Nos casos apresentados na Figura 6, predominam os problemas matemáticos, não sendo apresentada nenhuma atividade que parte da análise de um texto para a elaboração da situação problema. Isso é um reflexo do que os vestibulares pedem (ou pediam) de nossos estudantes. O texto, pelo texto, exige interpretação e análise, o que, felizmente, é contemplado no volume 3 da obra. Vamos aos exemplos:

Na apresentação da seção (Figura 7), os autores justificam a escolha: “*questões [...] baseadas em diversos textos selecionados em exames vestibulares*”. Atividades baseadas em texto não ocorreram em outras seções, embora houvesse uma seção destinada a vestibulares. Não é que as atividades propostas nessa seção estejam de acordo com as normatizações para itens do Enem, mas encontram semelhança com esses itens, por apresentarem textos de suporte capazes de contextualizar o que se pretende verificar na atividade. No caso 1, as alternativas de resposta estão organizadas de forma lógica, partindo da menor para a maior quantidade de petróleo. No caso 2, a alternativa b) destoa das demais, por ser a única constituída por um “numeral inteiro”. Além disso, há uma oscilação de valores na organização das alternativas, que não respeita a organização lógica, conforme se recomenda nos itens do Enem. Essa não é uma “responsabilidade” dos autores do livro pesquisado, tampouco dos elaboradores dos vestibulares de onde as atividades foram retiradas. É apenas uma constatação de que as normatizações permanecem em um campo relativamente desconhecido, ou mesmo que os vestibulares possuem normatizações próprias, o que também é uma hipótese bastante plausível.

Figura 7. Exercícios de interpretação de textos nos livros de física.

QUESTÕES DE INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS

As questões que serão apresentadas a seguir são baseadas em diversos textos selecionados em exames vestibulares de algumas universidades brasileiras. Elas são usadas, nesses exames, para testar a capacidade de interpretação de textos, à primeira vista. É muito comum o conteúdo de tais textos se referirem a aspectos interessantes e importantes da Física Moderna. Assim, resolvendo estas questões, você estará tendo a oportunidade de entrar em contato com novas ideias e aplicações da Física, que não foram abordadas no desenvolvimento regular de nosso livro.

As questões **1** e **2** referem-se ao seguinte texto:

"Em 1972, cada brasileiro consumia em média $3,0 \times 10^{10}$ J de energia por ano. Ainda em 1972, 40% da energia consumida no Brasil era obtida do petróleo que se constitui em nossa principal fonte de energia.

O elevado preço do petróleo tornou necessária a pesquisa de fontes alternativas de energia, como, por exemplo, a energia solar.

O conteúdo de energia dos combustíveis fósseis (carvão, gás natural, petróleo etc.) é relevante quando comparado com o da energia solar direta: 1,0 L de petróleo contém $4,0 \times 10^7$ J de energia, enquanto a energia solar que incide, por dia, em cada metro quadrado da superfície da Terra é de $8,0 \times 10^6$ J.

Estes dados permitem-nos concluir que seriam necessários 5 dias para que a energia solar incidente sobre cada metro quadrado da superfície da Terra se equiparasse à energia contida em apenas 1,0 L de petróleo."

1. De acordo com o texto, do petróleo consumido no Brasil em 1972, cada pessoa utilizou, em média:
 - a) 100 L.
 - b) 250 L.
 - c) 300 L.
 - d) 750 L.
 - e) 1 500 L.
2. Tem-se um aquecedor solar que absorve toda a radiação incidente sobre ele e cuja área é de $4,0 \text{ m}^2$.

De acordo com o texto, a energia total que o aquecedor absorverá, se ficar exposto à radiação solar durante 1/4 do dia, será equivalente àquela contida em:

- a) 0,30 L de petróleo.
- b) 1,0 L de petróleo.
- c) 0,40 L de petróleo.
- d) 0,20 L de petróleo.
- e) 0,50 L de petróleo.

Para responder às questões de **3** a **5** leia com atenção o texto seguinte:

MICROSCOPIA MODERNA

Em seu curso de Física, você deve ter estudado os princípios gerais dos microscópios óticos. Sabe-se que os comprimentos de onda da luz visível estão compreendidos entre $4\ 000\ \text{\AA}$ (1 angstrom = $1\ \text{\AA} = 10^{-10}\ \text{m}$) e $7\ 000\ \text{\AA}$. Conseqüentemente, um microscópio ótico, usando a luz visível, não pode ser utilizado para examinar, com nitidez, objetos de dimensões inferiores a $4\ 000\ \text{\AA}$. A maioria das células vivas tem dimensões superiores a este valor e, portanto, o microscópio ótico é útil para estudá-las. Entretanto, existem muitas estruturas biológicas que são menores do que $4\ 000\ \text{\AA}$, como as moléculas complexas que formam a matéria viva.

Fonte: ALVARENGA e MÁXIMO, vol. 3. p. 387.

A obra “Matemática”, de José Giovanni e José Bonjorno

As atividades da coleção são distribuídas, fundamentalmente, em seções bem delimitadas. Os livros são divididos em unidades, cada uma composta por uma quantidade x de capítulos. Ao final de cada capítulo, há uma seção denominada “Exercícios”. Ao final de cada unidade, há uma seção denominada “Recordando”. Assim, cada unidade terá uma quantidade x de seções de exercícios, correspondente à quantidade de capítulos que forma a unidade. Quanto à seção “Recordando”, há uma por unidade, correspondendo aos assuntos tratados em todos os capítulos da unidade. O volume 3, destinado aos estudantes concluintes do Ensino

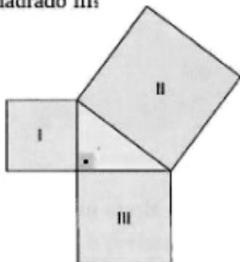
Médio, se diferencia por apresentar uma seção denominada “Vestibulares, concursos e Enem”, sobre a qual os autores apresentam uma justificativa. Para eles, além de uma coletânea de testes de vestibular de todo o país e concursos – referente aos conteúdos dos três volumes da coleção –, incluímos também as questões do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Por quê? Embora tenha sido concebido em 1988 para avaliar a qualidade da formação do estudante ao fim do ensino médio, o Enem tem sido visto por muitos como forte candidato a substituir o vestibular tradicional, pois estreita a distância que existe entre os processos de seleção das faculdades e o que é ensinado no nível médio (p. 308).

Os autores já preconizavam, àquela época, o que viria a se tornar o Enem. Considerando que a obra foi publicada no início dos anos 2000, é salutar pensar a pouca ocorrência de itens do Enem nesta publicação, como de fato ocorre, conforme veremos nos exemplos a seguir.

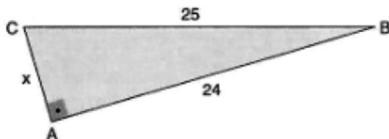
Figura 8. Exercícios relativos a capítulos do livro de matemática.

EXERCÍCIOS

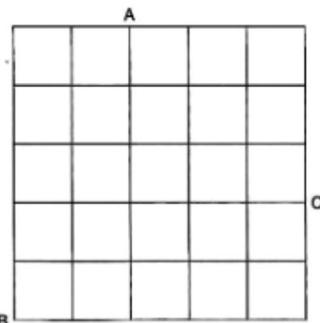
53 (UFSM-RS) Observe na figura os três quadrados identificados por I, II e III. Se a área do quadrado I é 36 cm^2 e a área do quadrado II é 100 cm^2 , qual é, em centímetros quadrados a área do quadrado III?



54 Qual é a medida do lado \overline{AC} no triângulo retângulo ABC da figura?



58 Na malha seguinte, cada quadradinho tem 1 cm de lado. Calcule as medidas dos lados do triângulo ABC desenhado nessa malha.



59 Um quadrado e um triângulo eqüilátero têm o mesmo perímetro. Sendo h a medida da altura do triângulo e d a medida da diagonal do quadrado, determine o valor da razão $\frac{h}{d}$.

A seção “Exercícios” (Figura 8), conforme já apontado, ocorre ao final de cada capítulo. Nessa seção, há a indicação da “fonte” de onde as atividades foram retiradas. Quando não há essa indicação, a inferência é a de que os próprios autores criaram as atividades. No caso 53, é indicada a UFMS-RS como autora da atividade. Trata-se de um problema matemático, (previsível, dado o caráter da obra), em que o estudante deve escrever sua resposta. Há a fusão do problema com o comando, que é formulado com o “Q-questão”, qual seja: “Qual é, em centímetros quadrados a área do quadrado III?” O estudante precisa fazer os cálculos para indicar a resposta correta que não é oferecida em um rol de possibilidades. Tradicionalmente, é o que se considera uma “questão específica”, destinada a estudantes vestibulandos candidatos a cursos que exigem conhecimentos aprofundados em matemática.

Quanto ao caso 54, também se constitui como um problema matemático, formulado em forma de questão, conforme reiterado pelo sinal de pontuação. Sua peculiaridade está na representação gráfica do triângulo, que pode corresponder ao texto de suporte conhecido nos itens do Enem. Observe que as medidas do triângulo poderiam ter sido dadas ao estudante, para que ele representasse a figura, se necessário. Com o fornecimento da imagem do triângulo, o estudante pode visualizar as informações, fazer as relações e os cálculos necessários para integralizar o objetivo da questão.

Quanto aos casos 58 e 59, são formados por verbos de comando, do domínio do “saber-fazer”: “calcule”, em 58, e “determine” em 59. Esses casos se diferenciam, pois 58 oferece a representação gráfica da figura enunciada no problema, ao passo que 59 apenas fornece as medidas do triângulo. Quanto à seção “Recordando”, é composta predominantemente por atividades retiradas de vestibulares, conforme o exemplo seguinte:

Figura 9. Exercícios relativos a unidades do livro de matemática.

RECORDANDO

1 (Unimep-SP) Considere as afirmações:

- I. Três pontos podem pertencer a uma mesma reta.
- II. Três pontos devem ser sempre colineares.
- III. Se dois planos têm três pontos em comum, então esses pontos devem estar alinhados.
- IV. Por uma reta e por um ponto fora dela passam mais de um plano.
- V. Duas retas distintas podem ter dois pontos comuns.

As sentenças verdadeiras são:

- | | |
|--|-------------|
| a) I e V | d) II e V |
| <input checked="" type="checkbox"/> b) I e III | e) III e IV |
| c) I e IV | |

2 (UFOP-MG) Complete o quadro abaixo, onde r , s , t , u , v são retas distintas do plano. O símbolo \perp aparece:

- a) 3 vezes
- b) 4 vezes
- c) 5 vezes
- d) 6 vezes
- e) 7 vezes

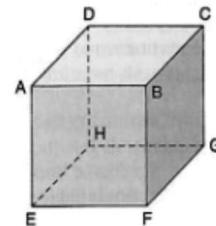
	r	s	t
u	\perp		\perp
v		\perp	
s	\perp		

3 (URRN) Um plano é determinado por:

- a) uma única reta
- b) duas retas quaisquer
- c) três pontos quaisquer
- d) uma reta e um ponto não pertencente a ela
- e) uma reta e um ponto a ela pertencente

4 (Unesp-SP) Considere o cubo da figura. Das alternativas abaixo, aquela correspondente a pares de vértices que determinam três retas, duas a duas reversas, é:

- a) (A, D), (C, G), (E, H)
- b) (A, E), (H, G), (B, F)
- c) (A, H), (C, F), (F, H)
- d) (A, E), (B, C), (D, H)
- e) (A, D), (C, G), (E, F)



Fonte: (GIOVANNI e BONJORNO, vol. 2, p. 388).

Nos três casos (Figura 9), há o formato “múltipla escolha”. Em 1, há afirmações que devem ser julgadas como “pertinentes” x “impertinentes” ou “adequadas” x “inadequadas” etc. Em seguida, o estudante deve indicar quais sentenças estão de acordo com o solicitado no comando. As alternativas de resposta estão adequadamente distribuídas. Cada sentença ocorre duas vezes entre as alternativas, com a exceção da sentença I, que ocorre três vezes. Em cada alternativa, apenas duas sentenças são indicadas, o que mantém a lógica de paralelismo das orientações do INEP. Nos casos 2 e 4, as alternativas de resposta obedecem a uma ordem lógica, da menor para a maior, também mantendo as orientações de paralelismo. Já o caso 3, além do problema de paralelismo de extensão (alternativa a) menos extensa que as demais), ainda incorre no problema de a alternativa d) dizer o oposto da alternativa e), o que, potencialmente, poderá levar o estudante a acreditar que uma dessas alternativas é a

correta. A seguir, estão as seções exclusivas do vol. 3, voltadas a vestibulares, concursos e Enem:

Figura 10. Exercícios de vestibulares, do vol. 3 do livro de matemática.

- 31** (URRN) Dos conjuntos abaixo aquele que possui precisamente dois divisores de 15 e três múltiplos de 15 é:
- a) {1, 3, 5, 15, 30}
 - b) {1, 3, 15, 30}
 - c) {1, 15, 30, 45}
 - d) {3, 5, 30, 45}
 - e) {3, 5, 15, 30, 45}
- 32** (EFOA-MG) Seja R o conjunto dos números reais, N o conjunto dos números naturais e Q o conjunto dos números racionais. Qual a afirmativa falsa?
- a) $Q \cup N \subset R$
 - b) $Q \cap N \subset R$
 - c) $Q \cup N = R$
 - d) $Q \cap R = Q$
 - e) $Q \cap R \neq \emptyset$
- 33** (Acafe-SC) Se $M = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ e N são conjuntos tais que $M \cup N = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ e $M \cap N = \{1, 2, 3\}$, então o conjunto N é:
- a) vazio
 - b) impossível de ser determinado
 - c) {4, 5}
 - d) {1, 2, 3}
 - e) {1, 2, 3, 4, 5}
- 34** (Unicruz-RS) Considerando o conjunto universo $U = \{2, 4, 6, 8, 10\}$ e os conjuntos não vazios A e B , subconjuntos de U , tais que $B \subset A$, $A \cup B = \{4, 6, 8, 10\}$ e $A \cap B = \{8\}$, pode-se afirmar que A é:
- a) {4, 6}
 - b) {6, 8}
 - c) {4, 6, 8}
 - d) {2, 6, 10}
 - e) {4, 6, 8, 10}
- 35** (FURRN) Sejam A , B e C conjuntos tais que:
 $A \cup B \cup C = \{n \in \mathbb{N} \mid 1 \leq n \leq 10\}$
 $A \cap B = \{2, 3, 8\}$
 $A \cap C = \{2, 7\}$
 $B \cap C = \{2, 5, 6\}$
 $A \cup B = \{n \in \mathbb{N} \mid 1 \leq n \leq 8\}$,
o conjunto C é:
- a) {2, 5, 6, 8}
 - b) {2, 5, 6, 7}
 - c) {2, 5, 6, 7, 9, 10}
 - d) {2, 5, 6, 9}
 - e) {9, 10}
- 36** (UFV-MG) Sejam os conjuntos:
 $A = \{x \in \mathbb{R} \mid 1 \leq x < 5\}$ e $B = \{x \in \mathbb{R} \mid 2 \leq x \leq 6\}$. Assinale a alternativa correta:
- a) $A \cap B = \{2, 3, 4\}$
 - b) $A \cap B = \{x \in \mathbb{R} \mid 2 \leq x \leq 5\}$
 - c) $A \cap B = \{x \in \mathbb{R} \mid 2 < x < 5\}$
 - d) $A \cap B = \{x \in \mathbb{R} \mid 2 < x \leq 5\}$
 - e) $A \cap B = \{x \in \mathbb{R} \mid 2 \leq x < 5\}$

Fonte: GIOVANNI e BONJORNO, vol. 3, p. 311.

Em todos os casos (Figura 10), a ausência do texto de suporte reitera a peculiaridade da matemática como componente do “saber escolar”. Suas atividades se dão, prioritariamente, por meio de problemas. A objetividade nos problemas é patente, de tal modo que não existem textos de suporte para contextualizar a aplicação dos conceitos matemáticos. Em todos os casos, há o formato de múltipla escolha, em cujas alternativas se verificam indícios de paralelismo, com exceção do caso 33, em que a alternativa b) descontrói a “razão de ser” da atividade. Ao lado da alternativa b), a alternativa a) também depõe contra o exercício, pois são as únicas que não apresentam dados numéricos. Assim, o estudan-

te pode ser levado a descartar a) e b) como alternativas corretas. Quanto ao caso 35, o paralelismo poderia ter sido mais bem evidenciado, caso se iniciasse da alternativa menos extensa para a mais extensa: a) {9, 10} / b) {2, 5, 6, 7} / c) {2, 5, 6, 8} / d) {2, 5, 6, 9} / e) {2, 5, 6, 7, 9, 10}. Finalmente, a seguir há exemplos que foram integralmente retirados do Enem:

Figura 11. Exercícios do Enem, do vol. 3 do livro de matemática.

Exame Nacional do Ensino Médio - 1998

As questões selecionadas são as que envolvem raciocínio matemático e análise de gráficos.

1

Uma escola de ensino médio tem 250 alunos que estão matriculados na 1^a, 2^a ou 3^a série. 32% dos alunos são homens e 40% dos homens estão na 1^a série. 20% dos alunos matriculados estão na 3^a série, sendo 10 alunos homens. Dentre os alunos da 2^a série, o número de mulheres é igual ao número de homens.

A tabela abaixo pode ser preenchida com as informações dadas:

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	Total
Mulher	a	b	c	$a + b + c$
Homem	d	e	f	$d + e + f$
Total	$a + d$	$b + e$	$c + f$	250

O valor de α é:

Fonte: GIOVANNI e BONJORNO, vol. 3, p. 383.

Ao todo, a obra apresenta 47 itens do Enem, que, obviamente, obedecem aos critérios técnicos do exame. Embora pareça uma quantidade pequena de itens, é importante lembrar que, quando da publicação da obra de Giovanni e Bonjorno, em 2001, o Enem ainda era uma “novidade” e, por esse sentido, a obra se destaca exatamente por incluir em suas atividades os itens daquele que viria a ser um dos maiores, senão o maior, programas de avaliação brasileiros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os dois conjuntos de obras analisados neste estudo, a coleção de Matemática se destaca. Primeiro, por ser mais antiga em relação à outra coleção, de Física. Depois, por ser surpreendente constatar que essa coleção já possuía uma seção destinada aos itens do Enem, o que não acontece com a coleção de Física, lançada anos mais tarde e, por isso, com a possibilidade de incluir maior quantitativo de itens, caso fosse a vontade de seus editores.

Quanto ao objetivo central do trabalho, verificar se as atividades criadas para as obras confluíam normativamente com as orientações sobre os itens do Enem, constatamos que quase não há atividades semelhantes aos itens de múltipla escolha. Em geral, os autores optam por questões, no sentido etimológico do termo: perguntas que se encerram com um ponto de interrogação. Essas questões, em sua maioria, buscam trabalhar o domínio conceitos, exigindo alguma aplicabilidade, mas deixando a desejar no que diz respeito ao desenvolvimento de competências e habilidades, conforme sabiamente já estava alinhado no discurso dos autores de Matemática, conforme transrito nesse texto.

É recomendado que outros estudos, com outras obras e com outras áreas sejam feitos, considerando, principalmente, as publicações datadas após o ano de 2009, quando o Enem se firma como um dos principais meios de acesso ao Ensino Superior. Estariam, essas novas publicações, mais alinhadas ao gênero “item”, tal qual um dos pretensos objetivos do Ensino Médio, qual seja, aprovar a maior quantidade possível de estudantes no Ensino Superior? Pesquisas futuras nos darão essa resposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, B. e LUZ, A. M. *Curso de física*. São Paulo: Scipione, 2006. vols. 1, 2 e 3.

ANDERSON, P. e MORGAN, G. *Developing Tests and Questionnaires for a National Assessment of Educational Achievement*. Washington: Banco Mundial, 2008.

CASTRO, C. M. Avaliar não é para amadores. In: SOUZA, A. M. (Org.) *Dimensões da avaliação educacional*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 246-258.

ESQUIROL, J. E. D. *Des maladies mentales considérées sous le rapport médical, hygiénique et médico-legal*. Paris, 1838.

GIOVANNI, J. R. e BONJORNO, J. R. *Matemática*. São Paulo: FTD, 2001. vols. 1, 2 e 3.

MORETTO, V. P. *Prova: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas*. 9. ed. São Paulo: Lamparina, 2014.

PASQUALI, L. *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação*. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

PILETTI, C. e PILETTI, N. *História da educação: de Confúcio a Paulo Freire*. São Paulo: Contexto, 2012.

SILVEIRA, J. F. P. *O que é um problema matemático?* 2001. Disponível em: <<https://goo.gl/bcDkHN>> Acesso em: 15 de agosto de 2018.

O MUSEU DE MINERALOGIA DE CONGONHAS: UM LUGAR DE MEMÓRIAS

Luciano da Silva Moreira¹

Resumo: O presente artigo é resultado de pesquisa realizada no Museu de Mineralogia da Romaria, em Congonhas (MG), no ano de 2016. Neste trabalho, analisamos a memória acerca da própria instituição museológica, com vistas a reconhecer o processo de formação de seu acervo. Identificamos vínculos entre o Museu e a história da educação técnica no município de Congonhas nas décadas de 1970 e 1980. Além disso, na mesma pesquisa, identificamos a trajetória do próprio espaço da Romaria como “lugar de memória” reconstruído e ressignificado. Portanto, apresentaremos como o Museu e a Romaria foram concebidos a partir do esforço da sociedade congonhense em legar ao futuro uma memória de si.

Palavras-chave: Memória. Museu. Educação.

INTRODUÇÃO

Em meados de 2015, fui convidado pela professora Maristella Moreira Santos a participar de trabalho conjunto sobre o Museu de Mineralogia de Congonhas. À época, a docente era responsável por projeto de catalogação do acervo de minerais e rochas da instituição, coordenando o trabalho de bolsistas vinculados ao curso Técnico Integrado de Mineração do IFMG *Campus* Congonhas. Um dos objetivos com a catalogação era “transmitir aos visitantes informações sobre os minerais e rochas e sobre a importância de parte deles para a história de Congonhas”(COUTO, 2016). No decorrer do processo de inventário, surgiram dúvidas sobre a trajetória da própria instituição museológica, sobretudo a *proveniência* do acervo catalogado por Maristella. Diante dessa questão, elaborei projeto que visava, justamente, identificar a proce-

¹ Professor do Departamento de Ciências Humanas do IFMG -Campus Congonhas. E-mail: luciano.moreira@ifmg.edu.br

dência do acervo de rochas e minerais, a fim de dar um suporte mínimo ao trabalho já em curso.

Também havia uma demanda por parte da Fundação Municipal de Cultura para a modernização daquele espaço museológico. Fundado em 1995, o Museu de Mineralogia de Congonhas está instalado em um ambiente reservado do complexo da Romaria, no conjunto arquitetônico do Santuário do Senhor Bom Jesus do Matosinhos. Criado a partir da doação de alguns bens que integravam o laboratório da antiga Escola Politécnica Antônio Francisco Lisboa, o Museu teve seu acervo incrementado com artefatos arqueológicos provenientes do Programa de Resgate Arqueológico da Área Diretamente Afetada pelo empreendimento Mina Viga, pertencente à empresa Ferrous Resources do Brasil. Diferentemente dos objetos que já se encontravam sob a guarda da instituição, o material originário do resgate arqueológico recebeu tratamento prévio, realizado por consultoria contratada pela Ferrous, para posterior guarda e exposição. Esse tratamento trouxe à tona a questão do próprio acervo, o qual apenas naquele momento principiava a ser corretamente identificado e classificado.

Diante da questão exposta, propusemos o estudo sobre a trajetória do próprio Museu de Mineralogia de Congonhas, identificando seus vínculos com a história local. A análise da história da instituição serviu de base para se refletir sobre o potencial pedagógico do Museu, ultrapassando seu aspecto de mero repositório de minerais e rochas, propondo uma posterior apropriação crítica de seu acervo do espaço que ocupa na Romaria. Ademais, esta pesquisa buscou delinear os caminhos e descaminhos que levaram à sua formação, traçando sua trajetória como “lugar de memória”, na medida em que se constitui como elo de ligação entre o passado e o presente.

Como instituição de guarda, o Museu de Mineralogia de Congonhas resulta dos esforços de determinados grupos sociais em impor ao futuro determinada imagem de si. Nesse sentido, os objetos são monumentalizados como parte de nosso “patrimônio histórico”, representando uma imagem da sociedade que os produziu e da qual somos depositários de sua herança cultural. Assim sendo, o que resiste, conforme Jacques Le Goff, “não é o conjunto daquilo que existiu no passado, mas uma escolha efetuada quer pelas forças que operam no desenvolvimento temporal do mundo e da humanidade, quer pelos que se dedicam à ciência do passado e do tempo que passa” (LE GOFF, 1985: 105).

Romarias

Como afirmado, o Museu de Mineralogia de Congonhas está instalado no complexo da Romaria. Este espaço é resultado de uma memória efetivamente construída, ou seja, mais do que uma restauração idêntica ao que foi no passado, podemos afirmar que a Romaria é uma recriação contemporânea ressignificada “com símbolos de sua época, da sua modernidade, do tempo da sua reconstrução, do hoje [1995]” (PODESTÁ, 2016).

Sabe-se que o projeto do complexo da Romaria, executado em 1993, tomou como base o antigo “pouso dos romeiros” edificado na década de 1930. Antes da construção desse “pouso”, os peregrinos que se dirigiam a Congonhas do Campo por ocasião do Jubileu do Senhor Bom Jesus de Matosinhos, que acontece anualmente entre os dias 7 e 14 de setembro, estabeleciam-se como podiam. Aqueles mais abastados poderiam reservar casas ou, mesmo, alugar o “magnífico prédio do Grande Hotel Portuguez Familiar” (Figura 1), como anunciado pelo *Jornal de Queluz* (JORNAL DE QUELUZ, 19 jul. / 27 jul., 1930).

Figura 1. *Praça Doutor Mário Rodrigues Pereira* (Hotel Familiar Portuguez à esquerda), Congonhas [1890-1905]. Sem autoria.



Fonte: Acervo Museu de Congonhas.

Interessante notar que, desde o século XVIII, uma estrutura para se hospedar os peregrinos foi sendo criada em Congonhas. Os Autos de Devassa da Inconfidência Mineira, por exemplo, mencionam as “casas de hospedaria do Senhor de Matozinhos do Arraial das Congonhas do Campo” (AUTOS, 1981: 202). Com efeito, a devoção atraía considerável número de pessoas.

Sobre o afluxo de fiéis e os problemas de acomodação, já no século XIX o viajante inglês Alexander Caldcleugh nos oferece o seguinte relato:

Chegamos a Congonhas, a cinco léguas de Queluz, por volta das duas horas, e encontramos um tão imenso concerto de pessoas que desesperamos de nos refugiar em algum lugar do sol; Cada casa estava cheia dentro e fora, e sobre a porta de cada uma, grandes colchões de palha foram estendidos no chão (CALDCLEUGH, 1825: 225).

Cabe lembrar que muitos fiéis vinham a pé, carro de boi, muares ou equinos. Por isso, muitos tinham que passar alguns dias no arraial. A partir de 1908, os romeiros poderiam utilizar a linha férrea, como fez o cronista fluminense João do Rio, em 1912 (RIO, 2015: 127-133). Ao chegar à estação de Congonhas, João do Rio imediatamente percebe o problema em torno do alojamento de enorme contingente de fiéis: “A irmandade do Santuário construiu, entretanto, ruas e ruas de casas para os romeiros do Jubileu ao alto do Monte, e, embaixo, homens práticos construíram outras tantas para alugar durante a festa por preços assombrosos”. Mais adiante, enquanto subia a ladeira que liga a estação ao Santuário, o escritor nota que “todas as casinholas têm cartazes dizendo-se hotéis” (RIO, 2015: 136-137).

Para minimizar os sofrimentos de quem chegava, em 1932 foi terminada a construção das casas de pouso dos romeiros, as “romarias”, que se destinavam a abrigar os peregrinos mais humildes, daí o termo aporofóbico “Curral dos Pobres” (Figura 2). A construção dessas casas era levada a cabo pela Irmandade do Senhor Bom Jesus, que se preocupava com a acomodação dos peregrinos desde os tempos da morte do último ermitão: Vicente Freire (1809).

Figura 2. *Romeiros nas romarias*. Congonhas, [década de 1950]. Sem autoria.



Fonte: SILVA, 2014: 333. Original do Museu de Congonhas.

Em 1939, o Major Eudoxio Joviano dos Santos, delegado de polícia em Congonhas, relatou que “o Coliseu [romarias] acomodou mais de 4000 pessoas; os seus aposentos ficaram super lotados. Foi intenso o movimento de romeiros no Jubileu”. Tamanho afluxo de peregrinos provocou alguns problemas. O mesmo delegado informa que, naquele ano, “houve maior afluência de mendigos ao Jubileu”, isto é, cerca de 960 pessoas, das quais nove eram “portadoras do mal de Hansen” (APM/POL⁹ cx. 24, doc 08). De acordo com Ítalo Santirocchi, as “casas de romaria” ocasionaram efeitos negativos, como a permanência prolongada de pessoas carentes, desprovidas de moradia fixa, criando um ambiente socialmente degradado (SANTIROCCHI, 2011: 303). O “Curral dos Pobres” assemelhava-se aos indesejados cortiços cariocas, ajuntando sujeitos que incomodavam a população e as autoridades locais. Contudo, não se tem informações sobre o processo de desocupação do pouso dos romeiros. Geralmente, a explicação sobre seu desuso (desocupação?) relaciona-se à modernização dos meios de transporte.

Há dois registros fotográficos dessas “casas de romeiros” de posse do IBGE, referentes ao período de diminuição da concorrência de pessoas àquele local. As imagens, datadas de meados do século XX, apresentam as “romarias” com um aspecto decadente. Nota-se o abandono e a degradação da edificação, com as janelas dos torreões quebradas (Figura 3) e o mato crescendo (Figura 4). A área interna aparenta ter uma trave de campo de futebol, possivelmente usado pelas pessoas da cidade fora dos dias do Jubileu.

Figura 3. Casa dos romeiros. Congonhas, [1958]. Autoria: Tibor Jablonsky.



Fonte: Acervo IBGE. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=416179>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

Figura 4. Frente da casa dos romeiros. Congonhas, [1958]. Autoria: Tibor Jablonsky.



Fonte: Acervo IBGE. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=416180>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

A criação da rodovia Belo Horizonte-Rio, em 1930, favoreceu a chegada de peregrinos em automóveis, ônibus e caminhões. Passo a passo, com o desenvolvimento dos meios de transporte, diminuía a necessidade de se permanecer em Congonhas nos festejos de setembro. Isso contribuiu para que o espaço da Romaria caísse progressivamente em desuso, até ser adquirido por uma empresa hoteleira entre 1966 e 1967. Esta não levou adiante o plano de construção de um hotel. Em 1968, as “casas de romeiros” foram demolidas, restando apenas os torreões do pórtico (Figura 5). As casas de romeiros caíram no esquecimento, apodrecendo na memória local.

Figura 5. *Espaço vazio, torreões e portada existentes na época do Tombamento Estadual [década de 1980]. Sem autoria.*



Fonte: Acervo IEPHA.

Dez anos após a demolição das “romarias”, um movimento popular levantou-se contra a retirada dos bens históricos de Congonhas. Conforme a imprensa local, na noite de 19 de abril de 1978, algumas obras

dos Passos da Paixão começaram a ser embaladas e acondicionadas em caminhões. As imagens seriam enviadas, temporariamente, ao Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro, como parte de exposição sobre o Aleijadinho. Temendo perder seu patrimônio histórico, congonhenses ocuparam o adro da Basílica do Bom Jesus de Matosinhos, impedindo a retirada das esculturas. Esse movimento foi visto como o despontar de um sentimento coletivo na cidade, que coincidiu com a disputa travada entre o prefeito Altary de Souza Ferreira Júnior (MDB) e o Deputado e futuro senador biônico Murilo Badaró (ARENA). Este pretendia transferir, por emenda constitucional, toda a área ocupada pela Açominas (atual Gerdau) para o município de Ouro Branco. O prefeito mobilizou vereadores e população, que já estavam com os ânimos aflorados, a “se rebelar para não perder o ICM da Açominas” (PANORAMA DO VALE, n. 30, dez. 1978). Esses movimentos surtiram efeito, preservando a integridade cultural e territorial de Congonhas.

A partir dessa mobilização popular, uma campanha pelo tombamento de outros bens culturais do município foi iniciado. Assim, em 1980, o Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA) tombou os torreões remanescentes do pórtico que tinha sobrado do “pouso dos romeiros”. A partir daí, tratou-se de se discutir o destino daquele espaço inutilizado e esquecido, abrindo caminho para um projeto de reconstrução das antigas “romarias”. Esse processo está ligado à noção de “espaços culturais da recordação”, como delineado por Aleida Assmann. Espaços como a Romaria, ou o que dela sobrou, corporificam “uma continuidade de duração que supera a recordação relativamente breve dos indivíduos, épocas e também culturas, que está concretizada em artefatos” (ASSMANN, 2011: 318).

Na década de 1990, por iniciativa municipal, principiou-se um processo de reedificação do espaço. Porém, perderam-se os projetos originais, produzidos na década de 1920 pelo mestre-de-obra austríaco Floriano Binder (FROTA, 1981: 38). Em vista disso, a empresa contratada para o serviço de reconstrução e readequação do memorável “pouso de romeiros”, a *Sylvio E. de Podestá Arquitetura*, teve que reunir reminiscências fragmentadas para a empreitada. Inicialmente, recorreu-se ao que sobrou das fundações do pouso, o que forneceu ideia aproximada da dimensão e do formato do edifício. Conforme o arquiteto Sylvio Emrich de Podestá, o projeto ainda pautou-se nos vestígios da memória local:

“A Romaria tinha 80m por 110m’, diziam alguns” (PODESTÁ, 2016, grifo meu). Posteriormente, de posse da única fotografia panorâmica encontrada até então (Figura 6), Podestá concluiu o projeto, adequando-o às necessidades propostas pela administração municipal.

Figura 6. Romaria. Congonhas, [década de 1940]. Sem autoria.



O conjunto antes de sua demolição - foto década de 40.

Fonte: Acervo IEPHA.

O projeto de Podestá pretendia criar um espaço multifuncional adequado a novos usos. Como afirma o arquiteto, a romaria “foi reconstruída sim, mas foi reconstruída em 1995. Resgatou-se parte do passado, mas é necessário incorporar-lhe o hoje para o futuro”. Assim, o plano incluía quatro alas principais, sendo:

- Ala 1: Centro de Informações Turísticas e Museu;
- Ala 2: Restaurante e Lanchonete;
- Ala 3: Posto Médico, Policial, Bancário, Lojas e Centro de Artesanato;
- Ala 4: Secretaria da Cultura e Gabinete Vip da Prefeitura. (PODESTÁ, 2016)

Por iniciativa do então prefeito Gualter Monteiro, foi acrescido o termo “ROMARIAS” (maiúsculas no original) no livro de tombamento municipal, sendo transscrito para o pórtico de entrada, batizando o novo edifício. Destinada a ser um *Centro de Cultura de Congonhas*, a Romaria abrigou, logo no início, o Museu de Mineralogia, que ainda dividia espaço com um Museu da Memória e Arte Sacra. Atualmente, o acervo de arte sacra foi transferido para o moderno Museu de Congonhas, inaugurado em 2015. Como afirmado, a parte de mineralogia permanece no local e passou por um processo de identificação, coordenado pela professora Maristella Moreira Santos, que servirá de subsídio para montagem de nova exposição (COUTO, 2016).

Da Politécnica ao Museu

O Museu de Mineralogia foi constituído a partir de parte do patrimônio material da Escola Politécnica Antônio Francisco Lisboa, conectando-se à história da educação no município de Congonhas. A Escola Politécnica começou suas atividades em 1973, oferecendo os cursos técnicos quadriennais de Administração, Geologia, Metalurgia e Mineração (O PROCESSO, n. 73, jan. 1977). Pouco depois, também ofereceu o curso de Magistério. Abrigada no imóvel onde hoje funciona a Escola Municipal Fortunata de Freitas Junqueira, atrás da Basílica, a Politécnica estava vinculada à Fundação Dom Silvério, criada pela prefeitura em 1961 com o objetivo de fomentar o ensino médio no município. Devemos informar que o prédio, construído no século XIX, ainda abrigou escolas de religiosos lazistas e redentoristas até 1971.

A Escola Politécnica foi criada visando solucionar carência da educação de nível médio profissionalizante na região. Com o município desenvolvendo-se, com base na ampliação das atividades mineradora e metalúrgica, fazia-se necessário o fornecimento de mão-de-obra qualificada. A instituição, portanto, forneceria pessoal com as habilitações diretamente relacionadas ao arranjo produtivo local. Logo a Politécnica tornava-se referência na região, atraindo muitos estudantes à cidade de Congonhas. Esse reconhecimento era realçado pelo fato de se constituir na única escola técnica do tipo funcionando regularmente no Alto Paropeba, em finais da década de setenta (PANORAMA DO VALE, n. 34, jan. 1979).

Às aulas técnicas, mesclava-se a arte. Já naquele tempo, a escola marcava a vida cultural de Congonhas, com as atividades artísticas promovidas pelo Teatro Estudantil Dom Silvério (Tedoms). O Salão Nobre da Escola foi palco de peças encenadas, em sua maioria, por ex-alunos, funcionários e docentes da escola. A direção cabia ao professor de Literatura e Língua Portuguesa, Wenceslau de Souza Coimbra Filho², que conta-va com cenografia de Cláudio Del Pazzolo. Dentre as primeiras produções montadas, destacam-se *O Romanceiro da Inconfidência*, de Cecília Meireles (O PROCESSO, n. 78, abr. 1977) e a polêmica *Dois Perdidos Numa Noite Suja*, de Plínio Marcos (O PROCESSO, n. 92, nov. 1977).

Em 1978, com o apoio da Prefeitura Municipal e do Consulado de Portugal em Belo Horizonte, foi montado e apresentado o *Auto da Barca do Inferno*, de Gil Vicente. A montagem foi encenada em outras cidades, como Belo Horizonte, São Paulo e Recife (O PROCESSO, 1º out.; 22 out. 1978). Cabe lembrar que também fez parte do elenco desta peça Jair Junqueira, conhecido artista polivalente de Conselheiro Lafaiete, atuante nas décadas de 1960 e 1970. Ao longo de dezesseis anos de trajetória, o Tedoms foi responsável pela realização de mais de 40 peças e pela tradicional encenação da Paixão de Cristo, nos anos 1970 e 1980, em Congonhas. Todas essas atividades contavam com o auxílio e produção de José do Patrocínio, proprietário da funerária (onde também se reunia o grupo teatral) e agitador cultural congonhense (PEREIRA, 2009: 64).

Além das peças teatrais, a Escola Politécnica Antônio Francisco Lisboa organizava congressos, como o “Simpósio de Geologia, Mineração e Metalurgia”, que em suas diversas edições apresentou palestras, como: “Mineração Casa de Pedra: projeto de expansão”, por Rogério Miranda Nogueira, Superintendente da Mineração Casa de Pedra - CSN; “Mineração e beneficiamento de minério de ferro de Itabira”, por Marco Antônio Furtado, Superintendente da Companhia Vale do Rio Doce; e “Açominas e sua implantação”, por Benedito Sozinho de Souza Filho, Superintendente de Desenvolvimento Operacional da Açominas (PANORAMA DO VALE, n. 22, nov. 1978).

Como principal escola profissionalizante da região, a Escola Politécnica Antônio Francisco Lisboa possuía boa estrutura, o que lhe granjeava

² Em 2009, a Câmara Municipal de Congonhas decretou a mudança do nome do teatro da Escola Municipal Fortunata de Freitas Junqueira para “Theatro Professor Wenceslau de Souza Coimbra Filho”, como homenagem ao antigo diretor do Tedoms, que tinha nesse mesmo espaço seu principal palco (Decreto Legislativo n. 699/2009).

prestígio junto à comunidade. Dessa estrutura, excetuando-se o prédio, restou apenas o laboratório de mineralogia, que foi doado ao Museu implantado na reconstruída Romaria, em 1995. Essa doação foi intermediada pelo ex-professor da Fundação Dom Silvério, senhor Lúcio de Souza Coimbra, atual (2016) gerente administrativo da Rádio Congonhas e secretário municipal de governo, que tinha interesse na preservação da coleção de minerais e rochas, dando finalidade útil ao material. Assim sendo, o acervo, disposto em prateleiras de madeira e vidro, algumas delas provenientes da própria escola, acaba por expor parte da concepção dos organizadores daquele laboratório escolar.

Nesse sentido, o acervo nos fornece pistas sobre a história da educação profissionalizante entre as décadas de 1960 e 1980, como podemos perceber ao analisarmos as prateleiras de um armário específico, que ocupa inteiramente uma das paredes da sala, repleto de vidraria de laboratório. De imediato, notam-se bêqueres, balões volumétricos e erlenmeyers, todos dispostos sem maiores explicações. Aos olhos dos observadores comuns, aqueles objetos parecem descontextualizados e sem sentido. Afinal, o que uma proveta faz num Museu de Mineralogia? Contudo, são peças que integravam o acervo original, tal como teriam sido guardadas no antigo laboratório da Escola Politécnica. Por isso, não podemos desconsiderar a relação entre o Museu de Mineralogia e a história da educação no município de Congonhas, nos arricando a perder a dimensão da proveniência desse acervo.

Elemento fundamental do trabalho com acervos museológicos diz respeito à proveniência dos artefatos, documentos e das próprias instituições. Através da proveniência podemos perceber as marcas do tempo que a sociedade tratou de imprimir nos indivíduos e cujos vestígios permanecem nas estantes e mostruários de certos “lugares de memória”. De acordo com Michel Foucault, trilhar o caminho da proveniência é “demarcar acidentes, os ínfimos desvios – ou ao contrário as inversões completas – os erros, as falhas na apreciação, os maus cálculos que deram nascimento ao que existe e tem valor para nós” (FOUCAULT, 2001: 21). Ao procurarmos a proveniência, não buscamos uma herança que se solidifica e se acumula, mas, antes de tudo, procuramos as camadas heterogêneas que tornam os corpos únicos em toda a diversidade. Nessa busca pela proveniência, o que parecia imóvel, como a tradição, é revolvido, agitado e retirado de sua inércia e esquecimento; fragmenta os conjuntos unidos e dis-

persa a heterogeneidade daquilo que se imaginava sólido. Trata-se de perceber as marcas que tornam o acervo do Museu de Mineralogia de Congonhas único, reconhecendo os descaminhos que marcam sua constituição.

No mesmo armário estão expostas peças de mármore e granitos, como se tivessem acabado de sair de uma marmoraria. Isto faz sentido se pensarmos na atuação profissional de um técnico em mineração, o qual, frequentemente, realiza seu estágio em empresas desse ramo. Entretanto, devemos lançar olhar mais atento às recorrências e aos silêncios nessas prateleiras, ou seja, avaliar quais elementos os docentes e técnicos de laboratório consideravam importantes e quais exemplares minerais que não estão na coleção. Com base nessa avaliação, podemos afirmar que os materiais que são mais recorrentes estão relacionados às características geoeconômicas do município, ou seja, olhando-se de maneira pragmática, deveria haver exemplares de rochas e minerais com os quais os futuros técnicos trabalhariam. Por esse prisma, podemos considerar que não era objetivo dos organizadores do acervo reunir exemplares de todos os minerais do mundo, priorizando, por outro lado, amostras comuns da região do Quadrilátero Ferrífero.

A trajetória dos acervos está sujeita a acidentes e desvios, os quais agregam, mutilam ou suprimem objetos. Eventualmente, subtrações podem ter ocorrido durante o processo de transferência do acervo escolar para a Romaria. Não há como afirmar, categoricamente, quais peças se perderam, pois não sabemos como era exatamente o conjunto original proveniente daquela escola. Ademais, o reconhecimento dos objetos que chegaram ao Museu de Mineralogia também foi comprometido com a perda de informações, daí a quantidade de amostras minerais sem identificação distribuídas pelas prateleiras, balcões e gavetas. Alguns objetos possuem identificação que se limita a uma etiqueta adesiva datilografada. Um pedaço de escória metalúrgica, a título de exemplo, possui as seguintes informações em sua base:

ESCÓRIA - Peça que sobrenada o metal em fusão.

Pro[cédência]: Barbacena - MG

Doa[dor]: Adriano Melilo

A escória é um dos produtos da fundição do ferro que, após separada, se solidifica em moldes no formato de blocos. Estes são empregados, por exemplo, na pavimentação de ruas e na fabricação de cimento e ferti-

lizantes (SENAI, 2015: 355). Com isso, percebemos que a referida amostra de escória nos diz muito sobre a metalurgia em si, além de se vincular à vida econômica regional. Entretanto, essa peça não é uma amostra “natural”, como são os outros minerais que a ladeiam. A partir dessa constatação, uma das questões que poderíamos levantar seria o seu caráter “cultural”, uma vez que é resultado do trabalho humano na transformação de um recurso natural. Lembremos, ainda, que a escola oferecia o curso técnico de metalurgia, o que explica a presença dessa escória em meio aos exemplares de hematita.

Todavia, da maneira como aquele fragmento de escória está exposto, perde-se a oportunidade de suscitar no visitante qualquer questionamento. Como pondera Denise Stuart, o desafio do “aprendizado no museu é conseguir usar a sensibilidade e a provocação como matérias-primas para novas percepções” (STUART, 2007: 85). Trata-se, pois, de se estabelecer um elo entre o que é apresentado no museu e a vida dos visitantes, aproximando-os de modo a criar um sentido para o observador.

Atualmente, as peças estão dispostas com pouca ou nenhuma informação que possibilite o reconhecimento de suas finalidades primordiais, bem como seus significados tanto para a sociedade que os produziu (ou extraiu) como para a sociedade contemporânea, afinal “todos os objetos que nos cercam estão relacionados com nosso modo de vida, com nosso tempo, com a sociedade à qual pertencemos” (BARBUY, 1995: 20). Isto torna a instituição, rica em marcas da trajetória da mineração em nosso Estado, num amontoado de rochas, conchas e minerais desprovido de significado, desperdiçando oportunidade ímpar de se estudar a atividade mineradora de maneira crítica e consciente.

De modo geral, o Museu de Mineralogia de Congonhas foi montado com base numa perspectiva tradicional de “museu”, ou seja, foi tomado como um lugar de depósito, conservação, guarda e exibição de objetos ligados a determinado tema, personagem ou fato. Pelo seu caráter científico, o Museu de Mineralogia assemelha-se aos museus de ciências naturais do século XIX, descritos por Letícia Julião como espaços “dedicados à pesquisa em ciências naturais, voltados para a coleta, o estudo e a exibição de coleções naturais” (JULIÃO, 2002a: 18). No entanto, a ausência de um projeto expográfico fez dessa instituição museológica um repositório de “coisas velhas”, remontando aos antigos “gabinetes de curiosidades” identificados “ao excêntrico, ao raro e ao incomum [...] montados de

forma teatralizada, utilizando-se invólucros especiais para salientar minúcias, como estantes, armários e arcas" (LOURENÇO, 1999: 69). O Museu assim concebido torna-se um espaço destinado ao maravilhamento, sem outras pretenções didáticas.

Em 2011, a coleção de mineralogia foi incrementada com artefatos arqueológicos provenientes do Programa de Resgate Arqueológico da Área Diretamente Afetada pelo empreendimento Mina Viga, pertencente à empresa Ferrous Resources do Brasil. O resultado deste trabalho foi publicado na *Carta Arqueológica de Congonhas*, em 2015 (BAETA, 2015).

O material arqueológico recolhido é composto, sobretudo, por fragmentos de cerâmica, instrumentos lascados e brutos, de diversas culturas indígenas que habitaram a região antes do século XVIII. Embora sejam vestígios geralmente tratados do ponto de vista antropológico, esse material nos conduz ao uso dos recursos naturais por povos antigos, servindo para questionar a opinião etnocêntrica de que os índios não transformavam a natureza ao seu redor. Os grupos indígenas "eram culturalmente ativos na ocupação do território e na utilização dos recursos por meio de invenções e do emprego de técnicas" (DUARTE, 2005: 40). Ademais, artefatos como esses, encontrados em locais como o Esmeril, possibilitam-nos questionar a afirmação presente em materiais didáticos de que "os primitivos habitantes de Congonhas foram os mesmos portugueses..." (CONGONHAS, 2008: 43). Afinal, o que chamamos hoje de Congonhas não era um vazio populacional, uma vez que era ocupado por diversas etnias antes da chegada dos exploradores paulistas e emboabas (portugueses, baianos, pernambucanos).

Cabe, também, afirmar que os objetos arqueológicos mencionados anteriormente integram-se ao Museu de Mineralogia como exemplo do uso de recursos minerais pelas populações nativas, sobretudo material lítico e barros. O material lítico servia para criar instrumentos para bater, moer, cortar, perfurar e obter corantes minerais. Já os barros, frequentemente, eram usados para a produção de cerâmicas para usos variados: potes, vasos, urnas funerárias, etc (PROUS, 1992: 42). Isto nos direciona a um alargamento da noção de "exploração mineral". Afinal, não há atividade humana sem o emprego de materiais de origem mineral, como a argila utilizada na produção das peças de cerâmica recolhidas nos sítios arqueológicos de Congonhas.

Como espaço de memória, a Romaria foi reconstruída sobre o que restou das antigas casas de romeiros: as fundações e os torreões da entra-

da (Figura 5). Externamente, o novo edifício é idêntico ao projeto primordial de Floriano Binder. Contudo, recordação e esquecimento caminham juntos. Neste sentido, a memória que se evoca sobre o local suprime uma imagem ligada ao romeiro carente, que mendigava nas celebrações do Jubileu. Não existem mais os cômodos que albergavam essas pessoas, ou seja, a finalidade original não há mais. Excetuando-se o escrito no pórtico – ROMARIAS – nada faz o visitante pensar que aquele “Coliseu” serviu de abrigo a peregrinos humildes. No lugar dos quartos, um ambiente amplo é ocupado pelo Museu de Mineralogia, ressignificando o espaço. Aliás, a própria existência do Museu, que ocupa parte do interior da edificação, aponta para a apropriação do local de maneira distinta.

Uma das conclusões da pesquisa é a necessidade da instituição museológica em dialogar com o espaço que a abriga. Assim, acreditamos que o Museu de Mineralogia de Congonhas deva evocar, em algum momento, a recordação da “casa de romeiros” ou, pelo menos, informar que aquele ambiente, originalmente, subdividia-se para receber milhares de peregrinos anualmente. Da maneira que está, o visitante acredita que a Romaria é apenas um projeto de espaço cultural estilizado. Por outro lado, há quem acredite que se trata de uma construção do período colonial, sem suspeitar que se trata de uma reconstrução. Isto também deve ser trabalhado pela instituição, de modo a evidenciar, inclusive, as razões que motivaram a reedificação.

Também acreditamos que a trajetória da Escola Politécnica Antônio Francisco Lisboa deva ser trabalhada pelo Museu. Aquele acervo, diga-se, não se formou ao acaso. Havia um interesse didático que norteou, ao longo do tempo, a constituição daquela coleção de minerais e rochas. Ressaltamos que, antes de se transmutar em peça de museu, aqueles minerais foram tomados como matéria-prima para a indústria e importante recurso didático-pedagógico numa escola técnica profissionalizante. Por isso, devemos resgatar esse ligação cultural e apontar para os diversos significados daquelas peças. As pessoas que se vincularam à trajetória da Politécnica, de certa forma, queriam manter uma memória viva daquela instituição educacional, evitando o descarte e a fragmentação completa da coleção. Afinal, a força vinculativa dos locais memorativos, como a Romaria e o Museu de Mineralogia, “repousa sobre uma narrativa resgatada e legada adiante” (ASSMANN, 2011: 359). Na reconstrução do prédio, uma memória construída foi materializada, como paisagem memorativa

Delineamos parte dos (des)caminhos que levaram à formação do Museu de Mineralogia de Congonhas, traçando sua trajetória como “lugar de memória” ligado à Romaria e à Escola Politécnica Antônio Francisco Lisboa. Acreditamos que é necessário que as instituições museológicas dialoguem com a própria memória, a fim de se compreender as representações e identidades da cultura que seus idealizadores buscaram perpetuar. Não se trata de promover uma repetição, mas de se colocar “a serviço da transformação, conduzindo a repensar e reconstruir as experiências do passado” (JULIÃO, 2002b: 21).

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Maristella Moreira Santos, pelo convite que iniciou o projeto, à Gerência de Pesquisa, por viabilizar este trabalho através da concessão bolsas PIBIC-Jr, e aos meus bolsistas, Joana Paula Mendes de Moura e Vinícius Fabiano Lima Silva, que desenvolveram seus trabalhos com compromisso e seriedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E DOCUMENTAIS

APM/POL⁹ cx. 24, doc 08, 1939 – Relatório dos ocorridos nas Festas Jubilares de 1939.

ASSMANN, Aleida. *Espaços da recordação: formas e transformações da memória cultural*. Campinas: Editora Unicamp, 2011.

AUTOS de Devassa da Inconfidência Mineira. Vol. 4. 2. ed. Belo Horizonte: Imprensa Oficial de Minas Gerais, 1981.

BAETA, Alenice; PILÓ, Henrique. *Carta Arqueológica de Congonhas*. Belo Horizonte: Orange/Ferrous, 2015.

BARBUY, Heloisa. “Entendendo a sociedade através dos objetos”. In: OLIVEIRA, Cecília Helena de Salles, coord. *Museu Paulista, 1895-1995: novas leituras*. São Paulo: MP/USP, 1995, p. 8-11.

CALDCLEUGH, Alexander. *Travels in South America, During the Years 1819-20-21*. Londres: John Murray, 1825.

CONGONHAS. *Atlas Escolar Histórico e Geográfico do Município de Congonhas*. Congonhas: Prefeitura Municipal / Secretaria Municipal de Cultura, 2008.

COUTO, Juliana Fernandes *et al.*, Organização do acervo de minerais e rochas do museu de Mineralogia da Romaria, Congonhas (MG). *Revista Geonomos*, [S.I.], dez. 2016. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/856>. Acesso em: 19 ago. 2018.

FOUCAULT, Michel. *Microfísica do poder*. Rio de Janeiro: Graal, 2001.

FROTA, Lélia Coelho. *Promessa e milagre no Santuário do Bom Jesus de Matosinhos, Congonhas do Campo, Minas Gerais*. Brasília: Pró-Memória, 1981.

IEPHA. *Guia dos Bens Tombados IEPHA/MG*. Vol. 1. Belo Horizonte: IEPHA, 2014.

JORNAL DE QUELUZ. Conselheiro Lafatiete, 19 jul. / 27 jul., 1930.

JULIÃO, Letícia. *Colecionismo Mineiro*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Cultura, 2002b.

JULIÃO, Letícia; CÂNDIDO, Maria Inez; TRINDADE, Silvana Cançado; DRUMOND, Maria Cecília de Paula. *Caderno de diretrizes museológicas*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Cultura. Superintendência de Museus, 2002a.

LE GOFF, Jacques. Documento/ Monumento. *Encyclopédia Einaudi*. Lisboa: Imprensa Nacional, Casa da Moeda, 1985, p. 95-106.

LOURENÇO, Maria Cecília França. *Museu Acolhem o Moderno*. São Paulo: EDUSP, 1999.

O PROCESSO. Conselheiro Lafaiete, 1977-1978.

PANORAMA DO VALE. Conselheiro Lafaiete, 1978-1979.

PEREIRA, Júnia Cristina. *O épico e o popular n'As Cenas da Paixão Segundo Congonhas.* Belo Horizonte: UFMG, 2009 (Dissertação, Mestrado em Artes).

PODESTÁ, Sylvio de. *Centro Cultural da Romaria.* Disponível em: <<http://www.podesta.arq.br/index.php/component/content/article/35-projetos/institucionais/156-projeto-centro-cultural-da-romaria>>. Acesso em: 30 Out. 2016.

PROUS, André. *Arqueologia brasileira.* Brasília: Editora UnB, 1992.

RIO, João do. *Os dias passam...* Rio de Janeiro: Biblioteca Nacional, 2015.

SANTIROCCHI, Ítalo. O jubileu do Bom Jesus em Congonhas entre a tradição e a reforma ultramontana. *Revista de Ciências Humanas*, Viçosa, v. 11, n. 2, p. 293-306, jul./dez. 2011.

SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. *Fundamentos de instrumentação: analítica/processos industriais/válvulas.* São Paulo: SENAI-SP Editora, 2015.

SILVA, Valber Souza. *Os velhos caminhos de Congonhas numa perspectiva de educação patrimonial.* São Paulo: USP, 2014 (Dissertação, Mestrado em Arqueologia).

STUART, Denise. Museus: emoção e aprendizagem. *Revista de História da Biblioteca Nacional.* Ano 2, n. 22, p. 82-85. Rio de Janeiro, 2007.

ALTERNATIVAS DE APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA APLICADA NOS CURSOS TÉCNICOS SUBSEQUENTES DO INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS, CAMPUS CONGONHAS

*Giséle Aparecida Xavier Viana¹, Renan Antônio de Resende²,
Rosângela Milagres Patrono³, Vinicius José Teixeira de Freitas⁴*

Resumo: Neste artigo trazemos um recorte do projeto de pesquisa que realizamos no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus Congonhas* no ano de 2017 no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). O objetivo principal do projeto foi buscar alternativas metodológicas diferenciadas de ensino da Matemática que pudessem melhorar a aprendizagem dos alunos dos cursos Técnicos Subsequentes de Edificações, Mecânica e Mineração dessa instituição de ensino. Contribuindo assim, com a qualidade de ensino e com o desenvolvimento dos cursos. Os sujeitos principais foram os alunos dos primeiros módulos dos cursos técnicos subsequentes. No texto apresentamos uma breve discussão da importância do conhecimento matemático para os cursos, a forma como os alunos foram selecionados para participar do projeto, os principais conteúdos estudados, como a pesquisa foi desenvolvida, resultados relevantes do projeto e também algumas considerações em relação à pesquisa.

Palavras-chave: Cursos técnicos subsequentes. Ensino-aprendizagem. Matemática.

INTRODUÇÃO

Desde a promulgação da lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, que institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica que cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências a educação profissional e tecnológica do país, o Brasil sobe mais um novo patamar para enfrentar um dos grandes entraves da nossa economia que é a deficiência de profissionais técnicos no país.

¹ Técnica em assuntos educacionais do IFMG - *Campus Congonhas*. E-mail: gisele.xavier@ifmg.edu.br

² Aluno da licenciatura em Física do IFMG - *Campus Congonhas*. E-mail: renanantonio68@gmail.com

³ Técnica em assuntos educacionais do IFMG - *Campus Congonhas*. E-mail: rosangela.patrono@ifmg.edu.br

⁴ Aluno do bacharelado em Engenharia de Produção do IFMG - *Campus Congonhas*. E-mail: vinicseas@gmail.com

Segundo o artigo 6º da Seção II, da lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, os Institutos Federais têm como finalidades e características:

- I - ofertar educação profissional e tecnológica, em todos os seus níveis em modalidades, formando e qualificando cidadãos com vistas na atuação profissional nos diversos setores da economia, com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional;
- II - desenvolver a educação profissional e tecnológica como processo educativo e investigativo de geração e adaptação de soluções técnicas e tecnológicas às demandas sociais e peculiaridades regionais; [...] (BRASIL, 2008: 2).

Depois de sancionada essa lei, surge em 2008 o IFMG, *Campus Congonhas*, que até então era uma Unidade de Ensino Descentralizada do Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto, CEFET Ouro Preto.

Antes da criação do IFMG, *Campus Congonhas*, segundo dados históricos levantados do projeto político pedagógico do curso em Licenciatura em Física do IFMG, *Campus Congonhas*:

O *Campus Congonhas* já funcionava em suas próprias instalações, oferecendo cursos técnicos subsequentes em Mecânica, Edificações e Produção Industrial. No ano de 2009, além dos cursos supra, passaram a serem oferecidos cursos técnicos integrados em Mineração, Mecânica e Edificações. A partir de 2010, foram oferecidos também cursos superiores em Licenciatura em Física e Engenharia de Produção. Em 2013 foi implantada o curso superior de Engenharia Mecânica e em 2014 o curso subsequente de Mineração (IFMG, 2015: 6).

Então, ao concluir o Ensino Médio, o estudante tem entre outras opções realizar um curso técnico profissionalizante na modalidade subsequente dos cursos mecânica, edificações ou mineração, que são oferecidos no IFMG, *Campus Congonhas*, pois está em consonância com inciso 2 do artigo 7º do parágrafo 1º da Resolução nº 6, de 20 de setembro de 2012:

Art. 7º A Educação Profissional Técnica de Nível Médio é desenvolvida nas formas articulada e subsequente ao Ensino Médio:

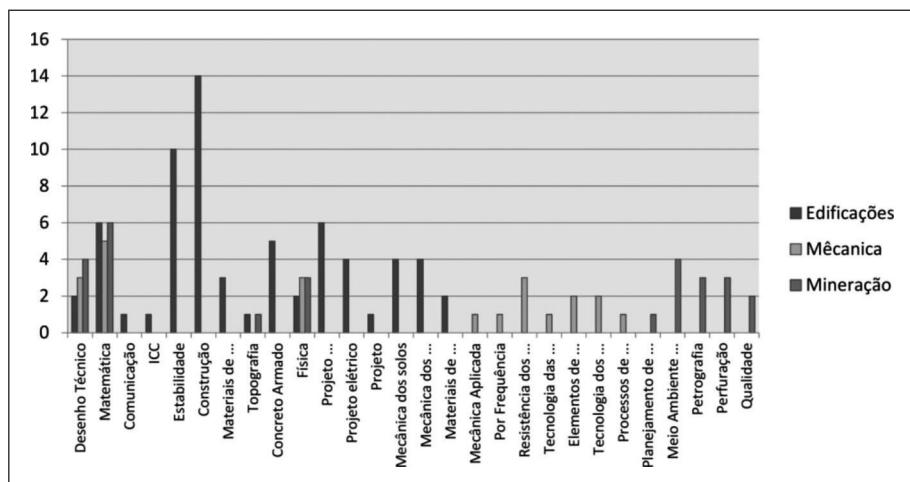
- I - a articulada, por sua vez, é desenvolvida nas seguintes formas:
 - a) integrada, oferecida somente a quem já tenha concluído o Ensino Fundamental, com matrícula única na mesma instituição, de modo a conduzir o estudante à habilitação profissional técnica de nível médio ao mesmo tempo em que conclui a última etapa da Educação Básica;
 - b) concomitante, oferecida a quem ingressa no Ensino Médio ou já o esteja cursando, efetuando-se matrículas distintas para cada curso, apro-

veitando oportunidades educacionais disponíveis, seja em unidades de ensino da mesma instituição ou em distintas instituições de ensino; c) concomitante na forma, uma vez que é desenvolvida simultaneamente em distintas instituições educacionais, mas integrada no conteúdo, mediante a ação de convênio ou acordo de intercomplementaridade, para a execução de projeto pedagógico unificado; II - a subsequente, desenvolvida em cursos destinados exclusivamente a quem já tenha concluído o Ensino Médio. (BRASIL, 2012: 22).

O perfil dos estudantes destes cursos subsequentes é bem heterogêneo: são estudantes na fase pré-adulta e adulta, de diferentes classes sociais, trabalhadores e não trabalhadores, residentes no município de Congonhas e em cidades vizinhas, entre outras diversidades sociais, econômicas e culturais.

A fim de conhecer o perfil dos estudantes e também entender o motivo de evasão nos cursos técnicos subsequentes o NAD - Núcleo de Apoio ao Discente aplicou um questionário aos estudantes de todos os módulos destes cursos no primeiro semestre de 2016. Dentre as perguntas, uma delas versou sobre as disciplinas reprovadas no curso que frequentam. A Figura 1 mostra as respostas dadas pelos estudantes.

Figura 1. Gráfico das disciplinas reprovadas nos cursos subsequentes do 1º semestre de 2016.

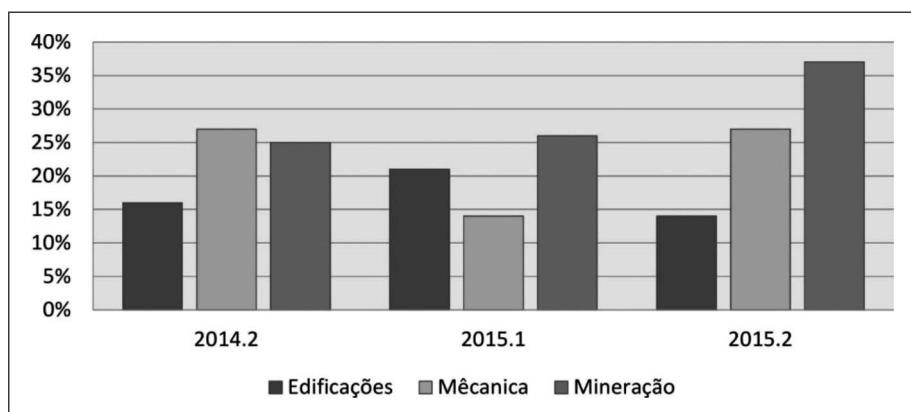


Fonte: NAD - Núcleo de Apoio ao Discente.

Pela Figura 1 verificamos que Desenho Técnico, Matemática Aplicada e Física Aplicada foram às disciplinas com maiores reprovações em comum aos três cursos. Sendo que Matemática Aplicada obteve o maior índice de reprovação.

Dessa forma, foi feito uma busca no sistema RM Educacional utilizada pelo IFMG, Campus Congonhas para lançar os dados dos seus estudantes, professores e disciplinas (matrícula, notas, planos de ensino e etc.) e obtivemos os números de reprovações por turma nos semestres 2014.2, 2015.1 e 2015.2 nas disciplinas dos primeiros módulos. A Figura 2 aponta o percentual de reprovação na disciplina Matemática Aplicada.

Figura 2. Percentual de reprovação na disciplina Matemática Aplicada nos períodos 2014.2, 2015.1 e 2015.2.



Fonte: NAD - Núcleo de Apoio ao Discente.

Sabe-se que a Matemática é uma disciplina indispensável para esses alunos devido a grande aplicabilidade de seus conceitos e técnicas em outras disciplinas e na futura carreira. Dessa forma, surgiu o seguinte questionamento: Conhecendo a realidade dos nossos estudantes, o que pode ser feito para tentar amenizar estas reprovações e melhorar o aprendizado em relação à Matemática?

Neste sentido foi desenvolvido um Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), que propôs buscar métodos ou alternati-

vas que pudessem contribuir para o ensino e aprendizagem de Matemática dos estudantes dos cursos técnicos subsequentes do IFMG, *Campus* Congonhas. Além disso, tínhamos o propósito desenvolver atividades que relacionem a disciplina de Matemática com as disciplinas técnicas e que a Matemática seja 'realmente' Aplicada.

O projeto em questão tinha como objetivo geral "Contribuir com o desenvolvimento do raciocínio lógico e melhorar a aprendizagem da Matemática Básica dos estudantes dos primeiros módulos dos cursos técnicos subsequentes do IFMG, *Campus* Congonhas".

REFERENCIAL TEÓRICO

A falta de compreensão de conceitos, a resolução de problemas e o raciocínio lógico são algumas das dificuldades relatadas pelos docentes do IFMG, *Campus* Congonhas, nos conselhos de classe dos cursos subsequentes. Essas habilidades deveriam ser desenvolvidas no Ensino Médio segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias (2012):

As finalidades do ensino de Matemática no nível médio indicam como objetivos levar o aluno a:

- compreender os conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas que permitam a ele desenvolver estudos posteriores e adquirir uma formação científica geral;
- aplicar seus conhecimentos matemáticos a situações diversas, utilizando os na interpretação da ciência, na atividade tecnológica e nas atividades cotidianas;
- analisar e valorizar informações provenientes de diferentes fontes, utilizando ferramentas matemáticas para formar uma opinião própria que lhe permita expressar-se criticamente sobre problemas da Matemática, das outras áreas do conhecimento e da atualidade;
- desenvolver as capacidades de raciocínio e resolução de problemas, de comunicação, bem como o espírito crítico e criativo.
- utilizar com confiança procedimentos de resolução de problemas para desenvolver a compreensão dos conceitos matemáticos;
- expressar-se oral, escrita e graficamente em situações matemáticas e valorizar a precisão da linguagem e as demonstrações em Matemática;

- estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e entre esses temas e o conhecimento de outras áreas do currículo;
- reconhecer representações equivalentes de um mesmo conceito, relacionando procedimentos associados às diferentes representações;
- promover a realização pessoal mediante o sentimento de segurança em relação às suas capacidades matemáticas, o desenvolvimento de atitudes de autonomia e cooperação (BRASIL, 1999: 42).

A resolução nº 6, de 20 de setembro de 2012, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, no artigo 9 do capítulo 1 traz:

Na oferta de cursos na forma subsequente, caso o diagnóstico avaliativo evidencie necessidade, devem ser introduzidos conhecimentos e habilidades inerentes à Educação Básica, para complementação e atualização de estudos, em consonância com o respectivo eixo tecnológico, garantindo o perfil profissional de conclusão. (BRASIL, 2012: 4).

E, de acordo com o inciso 2 do artigo 35 do capítulo 1 da mesma resolução, “os sistemas de ensino devem, respeitadas as condições de cada instituição educacional, oferecer oportunidades de complementação de estudos, visando a suprir eventuais insuficiências formativas constatadas na avaliação” (BRASIL, 2012: 10).

Ambos os documentos norteiam a educação profissional. Se há defasagem nas habilidades e competências que deveriam ser desenvolvidas na educação básica e foram constatadas pelas instituições de ensino, é importante desenvolver ações que permitam aos estudantes sanar as dificuldades e adquirir os conhecimentos e habilidades necessários à sua formação.

As ementas da disciplina de Matemática Aplicada de cada curso técnico subsequente trazem conteúdos que são considerados básicos para as disciplinas técnicas e eles têm sido desenvolvidos nas aulas. Normalmente, sem nenhuma aplicação. Adriana Magedanz, docente do Centro de Educação Profissional Univates, Lajeado/RS desenvolveu um trabalho onde apresenta suas reflexões sobre os quatro anos de docência (2009-2012) nos cursos técnicos de Nutrição e Dietética, Manutenção Automotiva e Enfermagem. Neste, faz uma análise descritiva das ativid-

des realizadas dentro da disciplina de Matemática e “mais especificamente, relata a experiência de conectar conceitos matemáticos fundamentais com práticas cotidianas no trabalho dos futuros profissionais da área técnica” (MAGEDANZ, 2013: 1). Para essa autora:

Regra de três, porcentagem, transformação de unidades, expressões algébricas, frações, proporções, volume... diversos conteúdos matemáticos passam a ter nova conotação, uma vez que os alunos apropriam-se destes para resolver questões do futuro cotidiano profissional. Desta forma, a Matemática passa a ser uma ferramenta de trabalho do futuro técnico. (MAGEDANZ, 2013: 7).

Percebe-se então, a importância de se aprender matemática para a formação do futuro técnico. Entretanto, é preciso que as instituições de ensino estabeleçam metodologias de ensino e aprendizagem para disciplina de matemática que auxiliem os alunos. Simonato e Colucci (2007) discutem sobre as dificuldades em Matemática de alunos de cursos da Educação Profissional e suas consequências sociais e profissionais, falam do reflexo que o baixo desempenho em Matemática no ensino médio traz nos cursos profissionalizantes. Segundo elas:

Uma das maiores dificuldades citadas pelos professores desses alunos, é a compreensão de conceitos simples inerentes à disciplina de matemática. Ao utilizar-se de conceitos da matemática como ferramenta para disciplinas específicas dos cursos profissionalizantes, os alunos apresentam sérias defasagens, ou seja, o que seria utilizado somente como ferramenta para uma disciplina específica da área profissional, passa a ser a grande dificuldade (SIMONATO; V. COLUCCI, 2007: 4).

Para desenvolver seu trabalho, (MAGEDANZ, 2013) teve dificuldades em encontrar materiais. Sobre isso comenta:

Conforme o relato apresentado, a ausência de materiais, voltados especificamente para a aplicabilidade numérica exigida no ensino técnico, despertou, num primeiro momento, um sentimento de frustração. Mas, a ideia de aproveitar situações cotidianas expostas por colegas profissionais de cada uma das três áreas envolvidas na parte empírica do trabalho – Enfermagem, Nutrição e Dietética e Manutenção Automotiva – amenizou as carências e apontou para um novo momento [...]. (MAGEDANZ, 2013: 7).

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa foi preciso selecionar os alunos para participar do projeto. Pois seria difícil atender ao universo de aproximadamente 105 estudantes dos primeiros módulos. Visto que, o projeto possui dois bolsistas e duas professoras-orientadoras. Além disso, no horário de aulas não havia nenhum momento disponível concomitantemente para as turmas dos primeiros módulos, bem como a inexistência de sala de aula livre no período noturno.

Assim, para a seleção dos estudantes foi aplicado um questionário no momento de sua matrícula no IFMG. Também foram analisados casos de alunos em estudos orientados ou com mais de uma reprovação na disciplina de Matemática Aplicada e/ou por indicação do docente da disciplina.

Sobre as atividades desenvolvidas, foi proposto resolução de problemas reais das respectivas áreas dos cursos onde a Matemática é necessária, assim como o uso de softwares e recursos visuais como meios de despertar a motivação e o interesse dos alunos.

A análise dos resultados foi, em sua maioria, qualitativa. Alguns dados foram quantitativos como as respostas do questionário e dos diagnósticos inicial/final, porém o foco maior foi o processo de aprendizagem e desenvolvimento dos participantes.

O primeiro passo para a determinação das atividades, que foram desenvolvidas com os alunos, foi as entrevistas abertas com os coordenadores dos três cursos técnicos. O objetivo foi extraír deles os tópicos específicos da Matemática necessários à formação do Técnico em Edificações, Mecânica e Mineração. Assim, procuramos alinhar os dados obtidos nas entrevistas com a ementa da disciplina para selecionar, adaptar, construir as atividades e exercícios que então foram desenvolvidas nos encontros com os estudantes, que aconteceram uma vez na semana.

Por meio destas entrevistas foi possível identificar os conteúdos de Matemática que, na visão dos coordenadores dos cursos técnicos subsequentes, são essenciais. De posse destas informações e das ementas, os encontros foram planejados. Ficou então decidido que levaríamos duas semanas para cada um desses conteúdos, onde na primeira semana discutíamos em sala a teoria e resolvíamos alguns problemas, e na semana seguinte apresentávamos 3 a 5 questões para que os participantes resol-

vessem. Os conteúdos selecionados foram: Unidades de medidas e conversões; Proporção, regra de três e porcentagem; Potenciação e notação científica; Sistema de equações; Trigonometria básica; Áreas e volumes; Interpretação gráfica.

Com os alunos selecionados foi aplicado um diagnóstico inicial com questões da Matemática Básica a fim de identificar possíveis dificuldades, e também ser uma ferramenta para medir a evolução dos participantes ao longo do projeto, o que, infelizmente, acabou não sendo possível, como será discutido mais adiante nos resultados.

Apesar de não previsto nos objetivos iniciais deste projeto de iniciação, fizemos a segunda edição de um projeto que teve uma grande aceitação por parte dos participantes da primeira edição (2016), que é o IF MAIS (Melhorar, Avançar, Incluir, Superar). O objetivo principal deste projeto paralelo foi recordar e reforçar alguns conceitos básicos relacionados à Matemática. Nesse sentido, foram dadas aulas de Matemática visando a assimilação de conteúdos indispensáveis para o bom rendimento em disciplinas que envolvem raciocínio lógico. Diferente do projeto de iniciação, este projeto foi uma revisão de conteúdo matemático, com listas mais extensas de exercícios, para a melhor revisão e fixação de conceitos. O projeto ocorreu durante o recesso de aulas, por cinco dias, entre 31 de Julho de 2017 e 4 de Agosto do mesmo ano. As aulas tiveram duração de duas horas e meia (18:30 às 21:00).

Dadas às dificuldades encontradas no primeiro semestre de 2017, não optamos por não realizar encontros semanais no segundo semestre de 2017. Assim, os bolsistas focaram na pesquisa bibliográfica, baseada nas literaturas indicadas nas ementas dos três cursos e nos materiais em que alguns professores nos enviaram. A elaboração de um caderno de atividades, que tem por objetivo principal, servir como base com questões da Matemática, aplicada aos três cursos.

Para o desenvolvimento e formatação do caderno de atividades, e deste relatório final, achamos interessante trabalhar com o software *open-source* LaTeX, bastante utilizado no meio acadêmico por permitir uma alta qualidade tipográfica. É especialmente útil para textos matemáticos, pois permite uma formatação mais profissional e agradável de fórmulas e símbolos. Além disso, ele permite a conversão dos arquivos para o formato.pdf.

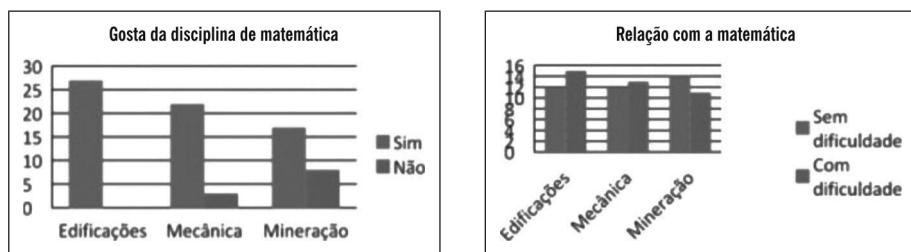
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão compilados e discutidos os resultados obtidos durante a realização do projeto, começando pelos questionários e diagnósticos iniciais, até os artigos e pôsteres publicados.

O questionário para seleção dos participantes foi aplicado aos primeiros módulos de cada curso técnico subsequente. Responderam o questionário 27 alunos do curso de Edificações e 25 alunos da turma de Mecânica e também 25 alunos do curso de Mineração. Abaixo temos uma análise das respostas:

Os gráficos da Figura 3 apontam resultados sobre as afinidades dos alunos com a disciplina de matemática.

Figura 3. Resultado do questionário 2017.1.



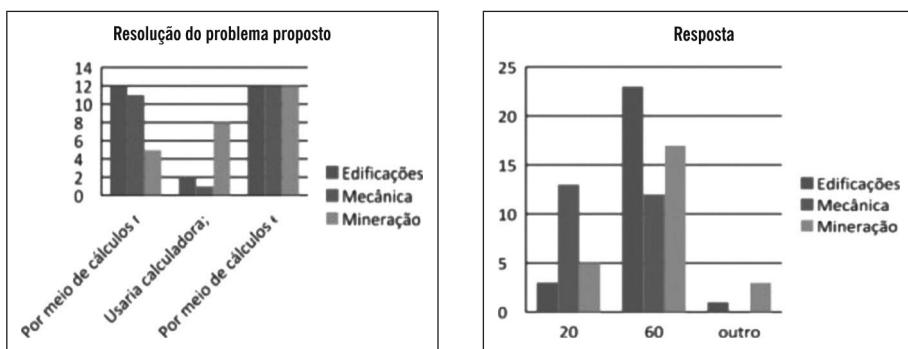
Fonte: Acervo dos autores.

Analisando a Figura 3 percebe-se que a maioria dos alunos gosta de Matemática, entretanto, em todos os cursos praticamente a metade dos estudantes afirma ter dificuldade. A turma de Mineração foi a única que a maioria dos alunos disse não ter dificuldade na relação com a Matemática.

O problema proposto no questionário de seleção foi: “Uma loja colocou em promoção todos os seus produtos com 25% de desconto nas compras à vista. Qual o valor a ser pago por uma mercadoria que custava R\$80,00?”.

Para responder o mesmo sugere-se que o aluno tenha conhecimentos em razão e/ou porcentagem, além de interpretação de texto. Em relação à resolução do problema temos os gráficos da Figura 4:

Figura 4. Resposta do problema do questionário.



Fonte: Acervo dos autores.

Na Figura 4, as opções de respostas foram: por meio de cálculos mentais, usaria calculadora, por meio de cálculos escritos. O mesmo número de alunos nos três cursos (doze) marcou a terceira opção e calculadora seria mais usada pelos alunos da Mineração.

Quanto à resposta, a maioria acertou a questão, ou seja, disse que o valor a ser pago pela mercadoria seriam sessenta reais, conforme mostra a Figura 4. Porém, observando por turma, vimos que a maioria do primeiro módulo de Mecânica respondeu o valor do desconto – vinte reais e alguns deram outras respostas.

A Figura 5 mostra como os alunos desenvolveram o problema e quantos foram os erros e acertos.

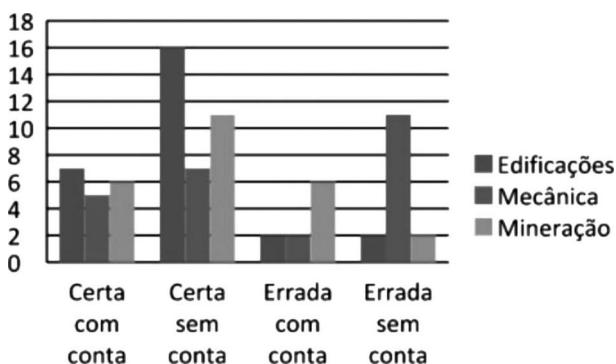


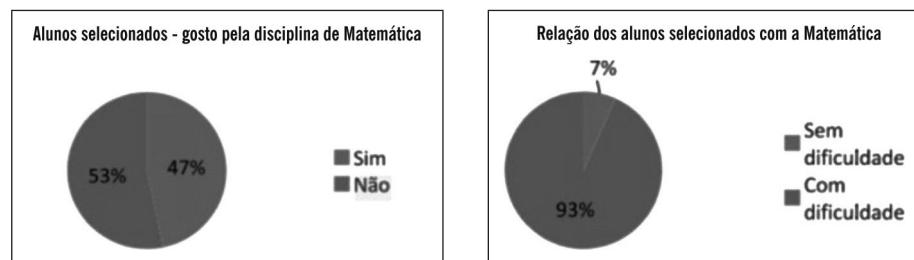
Figura 5. Correção da questão.

Fonte: Acervo dos autores.

Pela Figura 5 observamos que nos cursos de Edificações e Mineração a maioria dos alunos respondeu a questão de forma correta sem realizar os cálculos, o que parece evidenciar tê-los feitos mentalmente. Já a maior parte dos alunos do curso de Mecânica respondeu a questão de forma errada e sem apresentar os cálculos.

A partir destes resultados foram selecionados 15 alunos dos três cursos para participarem do projeto. Abaixo, temos uma análise das respostas destes alunos.

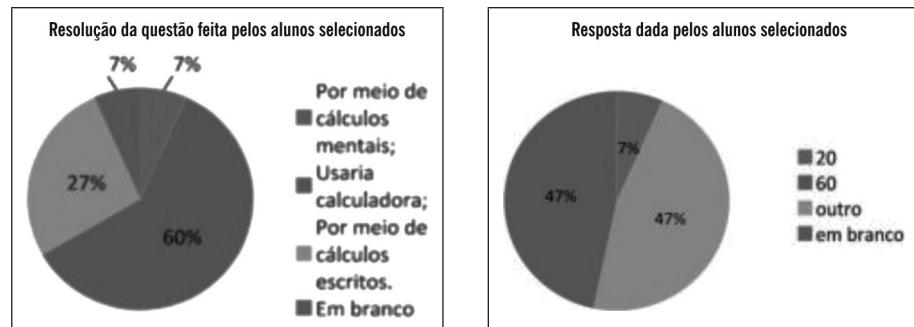
Figura 6. Relações dos alunos selecionados com à matemática.



Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 6 mostra que pouco mais da metade dos alunos não gostam da Matemática e mais de noventa por cento afirmam ter dificuldade.

Figura 7. Resultados dos alunos selecionados.



Fonte: Acervo dos autores.

Pela Figura 7 observamos que 60% dos alunos utilizaram ou utilizariam a calculadora para responder a questão e 27% o cálculo escrito. A Figura 7 traz ainda a resposta dada pelos alunos, e um percentual grande – 47% – deixou em branco. Nenhum aluno selecionado acertou a questão.

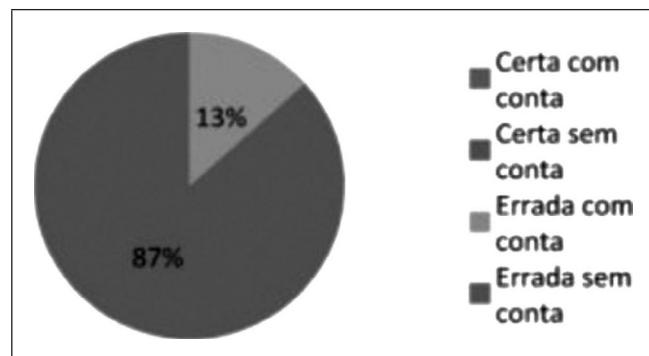


Figura 8. Correções dos alunos selecionados.

Fonte: Acervo dos Autores.

Para finalizar, pela Figura 8, temos que 8% dos alunos responderam a questão de forma errada e sem apresentar os cálculos. 13% realizaram cálculos, porém obtiveram resposta errada.

A Figura 9 mostra os resultados da tabulação do diagnóstico inicial.

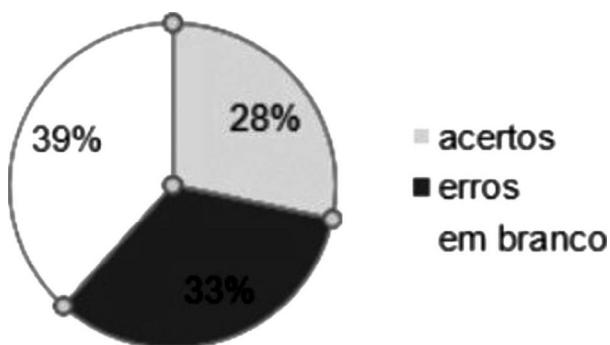


Figura 9. Resultados do diagnóstico inicial.

Fonte: Acervo dos Autores.

Observa-se que houve 28% de acertos, 33% de erros e 39% de questões em branco. O que evidencia a necessidade de um reforço ou curso de nivelamento para estes alunos.

Muitos alunos desistiram do projeto ao longo do semestre. Dentre as possíveis causas, os alunos mencionaram: dificuldade de chegar ao primeiro horário de aula, estudar para outras disciplinas, os conteúdos estudados no projeto não eram os mesmos, no momento, que os professores da disciplina estavam lecionando.

Com a redução dos alunos, em relação ao início do projeto, a comparação entre o diagnóstico final e inicial não foi considerada nos resultados. Percebemos que os alunos que participaram efetivamente do projeto progrediram na disciplina de Matemática Aplicada. Destacando uma aluna que cursou a disciplina por mais de uma vez, presencialmente e por Estudos Orientados e, que neste período foi aprovada na disciplina.

Em relação ao desenvolvimento das atividades notamos uma motivação dos alunos para resolverem os problemas propostos e observamos uma satisfação dos mesmos com o uso do software *GeoGebra*. A seguir têm-se exemplos dos problemas desenvolvidos em sala de aula:

1. Após alguns processos de laminação, uma placa metálica perdeu 30% de sua massa por efeitos de oxidação, ficando com uma massa final de 2 toneladas. Qual era o peso dessa placa metálica antes da laminação?

2. Em uma siderúrgica são produzidos 5 tubos de aço para extração de gás e petróleo em 5 minutos. Qual é sua produção de diária (24 horas)?

Os alunos mostraram interesse em desenvolver as questões, procurando os bolsistas e professoras em horários vagos para ajudar na resolução dos mesmos. Puderam-se observar dificuldades em utilizar calculadora.

Para a elaboração do caderno de atividades houve dificuldade em encontrar material bibliográfico das disciplinas técnicas dos cursos, partindo apenas das referências previstas nas ementas. Além disso, poucos professores contribuíram enviando material.

Sendo assim, o caderno de atividades foi, em grande parte, composto por problemas encontrados nas bibliografias retiradas das ementas das disciplinas específicas dos cursos. O caderno está em construção. Ele é composto pelas questões encontradas, o conteúdo matemático necessário e o desenvolvimento das questões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Matemática Aplicada hoje ministrada para os cursos Técnicos Subsequentes tem sido vista como uma grande revisão, o que não é o problema em si, mas se faz necessário um maior foco nas questões realmente específicas das áreas de Edificações, Mecânica e Mineração.

Ressalta-se a necessidade de um maior envolvimento entre os educadores das disciplinas específicas com os professores de Matemática, e a possibilidade de uso do caderno de atividades proposto pelo projeto, como forma de motivar os alunos, e instigar o uso da lógica para resolver problemas não triviais.

Com o objetivo de apoiar os alunos ingressantes nos cursos técnicos subsequentes do IFMG, *Campus Congonhas*, e, baseados nos bons resultados e feedback positivo, tem-se a pretensão tornar o IF MAIS em um curso de extensão contínuo, com duas ofertas ao ano.

Apesar de todas as dificuldades encontradas pode-se dizer que o projeto foi positivo. Além de termos tido a oportunidade de conhecer as dificuldades encontradas pelos alunos ingressantes nos cursos técnicos do IFMG, e ajudá-los com a Matemática escrevemos um artigo. Esse artigo intitulado UMA PROPOSTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA APLICADA NOS CURSOS TÉCNICOS SUBSEQUENTES DO INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS, CAMPUS CONGONHAS, foi aceito no IV Colóquio Nacional e I Internacional A Produção do Conhecimento em Educação Profissional: A reforma do ensino médio e suas implicações para a educação profissional, que foi sediado em Natal-RN. Fizemos também um pôster para o encontro do PIBID que foi realizado no *Campus Congonhas*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos parâmetros curriculares nacionais-Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2012.

BRASIL. Lei no 11.892, de 29 de dezembro de 2008. institui a rede federal de educação profissional, científica e tecnológica, cria os institutos federais de educação, ciência e tecnologia, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2008*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm>. Acesso em: 21 mar. 2018.

BRASIL. Resolução cne/ceb no 6, de 20 de setembro de 2012. define diretrizes curriculares nacionais para a educação profissional técnica de nível médio. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 set. 2012*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11663-rceb006-12-df&category_slug=setembro-2012-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 05 jun. 2017.

IFMG. *PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA*. [S.I.]: IFMG - Campus Congonhas, 2015.

MAGEDANZ, A. Matemática: um diferencial nos cursos técnicos. In: *SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENSINO DE MATEMÁTICA SBEM, 11., 2013, Curitiba. Anais eletrônicos do SBEM. Curitiba: XIENEM, 2013. v. 11.* Disponível em: <http://sbem.web1471.inghost.net/anais/XIENEM/pdf/1181_1053_ID.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2017.

SIMONATO, K. L. B.; V. COLUCCI. Avaliação das dificuldades em matemática de alunos de cursos da educação profissional e suas consequências sociais e profissionais. In: *CESUMAR, 5., 2007, Maringá. Anais eletrônicos do EPCC. Maringá: Cesumar, 2007. v. 1.* Disponível em: <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2007/anais/karin_luciano_brizola_simonato.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS PRODUTIVOS DA LAMINAÇÃO A QUENTE NO INDICADOR DE RENDIMENTO METÁLICO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TUBOS DE AÇO SEM COSTURA NA VSB

*Sílvia Maria Santana Mapa¹, Gabriela Rezende Cardoso²,
Filipe José de Oliveira Gomes³*

Resumo: Para tornar-se ou manter-se competitivas diante da atual concorrência, as empresas têm-se utilizado de técnicas estatísticas, como o experimento fatorial, que permitem avaliar processos produtivos de forma a melhorá-los, reduzindo assim a possibilidade de insucesso. A proposta deste trabalho é apresentar uma aplicação da técnica estatística Experimento Fatorial Completo 2^k em um processo de produção de tubos de aço sem costura, visando estudar especificidades do principal indicador de rendimento metálico, denominado VZ (Verbrauch Zieff), que descreve o rendimento do emprego de insumos sobre a produção de tubos. Foram utilizados quatro fatores para a análise: tipo de aço, calibre, parede de laminação e tratamento térmico. Para a realização do presente estudo, a metodologia adotada é a pesquisa empírica e axiomática descritiva, por meio de abordagem combinada (qualitativa e quantitativa). A realização do experimento fatorial utilizando os fatores escolhidos deu à empresa uma visão, até então desconhecida, de como os fatores e suas interações influenciam o indicador estudado, sendo os fatores tipo de aço e calibre comprovados estatisticamente significativos.

Palavras-chave: Experimento fatorial. Laminação. Rendimento metálico.

¹ Professora Dra. Departamento de Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: silvia.mapa@ifmg.edu.br

² Ex-Aluna do bacharelado em Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: gabrielarcardoso@yahoo.com.br

³ Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil - VSB. E-mail: filipe.gomes@vstubos.com

INTRODUÇÃO

A produção de aço cresce a cada ano e em 2014 a produção mundial foi de 1,66 bilhões de toneladas, o que representou um aumento de 1,2% em relação a 2013. Os maiores produtores de aço naquele ano foram a China, Japão, Oriente Médio e Estados Unidos (WORLDSTEEL, 2015). Segundo o Instituto Aço Brasil, IAB (2015), o parque siderúrgico brasileiro é representado por quatorze empresas privadas, fazendo com que o Brasil tenha hoje o maior parque industrial de aço da América do Sul, ocupando a nona posição no *ranking* da produção mundial de aço em 2014. Porém, atualmente vivencia uma desaceleração da demanda interna de produtos siderúrgicos e, atualmente, opera com ociosidade em relação à capacidade instalada no país, com algumas empresas operando com cerca de 50% de sua capacidade. A retração do mercado interno e a desaceleração da economia foram acentuadas pelo aumento da competição do aço importado e pelo fraco desempenho da economia brasileira, o que representou em 2014 uma redução de 8,6% do consumo aparente em comparação com 2013 (IAB, 2015).

A empresa foco deste trabalho está localizada na região do Alto Paraopeba, Minas Gerais, e fabrica tubos de aço sem costura para o mercado interno e para a exportação, principalmente para os setores de óleo e gás. O presente estudo tem como objetivo a avaliação de parâmetros produtivos da laminação a quente, segundo a influência desses parâmetros na produtividade do processo, utilizando-se da ferramenta estatística Experimento Fatorial, conhecido na literatura como parte da metodologia DOE (*Design of Experiments*, ou Planejamento e Análise de Experimentos). Essa técnica é uma grande aliada, pois com ela pode-se analisar as variáveis envolvidas no comportamento do indicador de desempenho do processo e suas interações, assim como propor soluções que permitam uma otimização completa do processo e suas variáveis através do experimento fatorial, e sem a necessidade inicial de grandes investimentos.

Esse indicador de desempenho é baseado na quantidade consumida de insumos e quantidade produzida de produto acabado dentro do processo, VZ (Verbraucht Ziffer), a partir do qual se determina a quantidade em massa de matéria prima a ser empregada para se conseguir determinada quantidade em massa de produtos finais.

A técnica estatística de planejamento e análise de experimentos

Com o aumento da competitividade aumentou-se também a necessidade pela otimização de produtos e processos cujo objetivo é a redução de custos e tempos. Isso motiva a busca por técnicas sistemáticas de planejamento de experimentos estatísticos. A metodologia empregada no DOE é fundamentada na teoria estatística, podendo ser usada tanto no desenvolvimento do processo quanto na solução de problemas, para melhorar o seu desempenho ou obter um processo que seja robusto ou não sensível a fontes externas de variabilidade (Salles *et al.*, 2010).

Segundo Galdámez (2002), o DOE é uma técnica utilizada para se planejar experimentos de forma a obter excelência operacional que permita resultados mais confiáveis, com menor custo e tempo, podendo ser aplicado em diferentes setores e problemas. Os experimentos são realizados com o objetivo de conhecer um determinado sistema e comparar os efeitos causados por vários fatores nele envolvidos por meio de uma série de testes, onde são realizadas mudanças nas variáveis de entrada do sistema, para que se possam verificar os efeitos das variáveis respostas, de modo que a variabilidade desta resposta seja mínima em função do efeito das variáveis incontroláveis (ruídos) do sistema estudado (MONTGOMERY e RUNGER, 2012).

Costa (2011) e Button (2012) afirmam que as principais vantagens dos experimentos planejados são: com um número reduzido de ensaios tem-se uma qualidade de informação elevada; permite ao experimentador otimizar uma variável resposta; um erro experimental pode ser calculado de modo a verificar até que nível pode-se confiar no resultado obtido; melhoria na produção; variabilidade reduzida e conformidade mais próxima da nominal; avaliação de materiais alternativos; determinação dos parâmetros-chave do planejamento do produto; melhoria no rendimento do processo e redução dos tempos; redução de custos de operação e custos totais; redução do tempo e variação do processo; melhoria da qualidade da informação obtida através dos resultados.

Conforme Montgomery e Runger (2012), as principais terminologias dos experimentos são:

- **Variável resposta:** é a variável dependente que durante um experimento sofre algum tipo de efeito provocado por fatores;

- Fatores (x): são fatores alterados propositalmente no experimento para se avaliar o efeito produzido na variável resposta e, com isso, poder determinar os principais fatores;
- Níveis (n): São os diferentes grupos que se pretende comparar. Podem assumir valores quantitativos ou qualitativos. São as condições de operação dos fatores de controle investigados nos experimentos. Quando se tem dois níveis, estes são normalmente identificados por nível baixo (-1) e nível alto (+1);
 - Tratamentos: são as combinações específicas dos níveis dos fatores de controle no experimento, ou seja, cada rodada será um tratamento diferente;
 - Efeito (α): Definido como a mudança ocorrida na resposta quando se move um fator do nível baixo (-) para o nível alto (+);
 - Efeito principal: é a diferença média observada na resposta quando se muda o nível do fator de controle investigado;
 - Efeito de interação: é a metade da diferença entre os efeitos principais de um fator nos níveis de outro fator. Os valores de interação entre os fatores podem ser calculados levando-se em consideração os sinais já atribuídos às variáveis envolvidas, como se fosse uma operação matemática de multiplicação;
 - Interações: por meio de uma influência mútua de dois ou mais fatores envolvidos no experimento os tornam significativos estatisticamente;
 - Ruídos: são variáveis que podem influenciar a variável resposta definida no experimento, que podem ser controlados ou não;
 - Aleatorização: é a prática de realizar a escolha das corridas (ou pontos experimentais) por meio de um processo aleatório, que em muitos casos garante as condições de identidade e independência dos dados coletados e evita erros sistemáticos;
 - Blocos: É a técnica utilizada para controlar e avaliar a variabilidade produzida pelos fatores perturbadores (controláveis ou não controláveis que não são de interesse) dos experimentos através de agrupamentos de dados. Com esta técnica procura-se criar um experimento mais homogêneo e aumentar a precisão das respostas que são analisadas;
 - Repetição: é o processo de repetir cada uma das combinações (linhas) da matriz experimental sob as mesmas condições de experimentação. Este conceito permite encontrar uma estimativa do erro experimental, que é utilizado para determinar se as diferenças observadas entre os

dados são estatisticamente significativas e permite estimar os efeito de um fator quando a média de um resultado for utilizada.

Segundo Werkema e Aguiar (1996) os planejamentos de experimentos podem ser classificados em vários tipos: Fatorial completo; Fatorial 2^k completo; Fatorial em blocos; Fatorial fracionário; Blocos aleatorizados; Blocos incompletos balanceados; Blocos incompletos parcialmente balanceados; Quadrados latinos; Quadrados de Youden; Hierárquico; Superfície de Resposta; Completamente aleatorizado com um único fator, dentre outros.

Dentre os métodos de planejamento experimental disponíveis na literatura, o Planejamento Fatorial Completo é o mais indicado quando se deseja estudar os efeitos de duas ou mais variáveis de influência, sendo que em cada tentativa ou réplica, todas as combinações possíveis dos níveis de cada variável são investigadas (NETO *et al.*, 1996).

Neste trabalho será abordado o Planejamento Fatorial Completo 2^k , pois serão investigados k fatores, analisados em dois níveis, alto e baixo. Esse tipo de planejamento é particularmente útil nos estágios iniciais de um trabalho experimental, quando se têm muitas variáveis a se investigar. Esse procedimento fornece o menor número de corridas com os quais k fatores podem ser estudados em um planejamento fatorial completo. Consequentemente, esses planejamentos são largamente usados em experimentos de varredura de fatores (CALADO e MONTGOMERY, 2003).

METODOLOGIA DE ESTUDO

De acordo com Gil (2002), a pesquisa é um processo de desenvolvimento do método científico de maneira formal e sistemática, cujo principal objetivo é proporcionar respostas aos problemas propostos mediante à utilização dos procedimentos científicos, podendo ser classificada em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas. Portanto, o estudo em questão pode ser classificado quanto ao seu objetivo como descritiva, ou seja, a pesquisa observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos (variáveis).

Além disto, a pesquisa será aplicada, porque envolverá práticas e estudos que contribuirão para a identificação do problema levantado através de dados do estudo de forma a alcançar aplicações reais. Quanto aos meios, a pesquisa é experimental e utiliza a técnica estatística de Experimento Fatorial Completo, que é uma ferramenta muito eficaz para estudar sistemas complexos, pois permite identificar as interações entre as variáveis envolvidas no problema, uma vez que a cada tentativa ou réplica do experimento, todas as combinações possíveis dos níveis dos fatores são investigadas

Os autores Montgomery e Runger (2012), Galdámez (2002), Rodrigues e Iemma (2005) e Salles *et al.*, (2010) recomendam que durante o processo de experimentação seja feito um plano estratégico para coordenar as atividades. A seguir, apresentam-se as atividades do procedimento experimental, conforme estes autores, que farão parte da abordagem metodológica desenvolvida para a condução do presente estudo.

Definição dos objetivos do experimento

Deve-se definir os problemas, os objetivos do experimento e principalmente, definir quem participará das atividades do processo experimental. Conforme Werkema e Aguiar (1996) os envolvidos devem saber da importância de analisar corretamente os fatores que influenciam no problema definido. Montgomery e Runger (2012) sugerem que utilize-se o *brainstorming* para obter informações relevantes. Segundo Caten e Ribeiro (1996), os objetivos devem ser específicos, mensuráveis, não tendenciosos e devem ter consequência prática.

Parâmetros do experimento

Envolve a coleta de informações técnicas, na qual as pessoas devem listar todos os fatores de controle, fatores de ruído, os níveis de ajustagem e as variáveis de resposta. Nessa fase, as informações técnicas podem resultar de uma combinação entre a experiência e a compreensão teórica.

Seleção dos fatores de controle e das variáveis de resposta

Selecionar os fatores de controle (variáveis independentes), as faixas de variação dos níveis desses fatores e as respostas do experimento (variáveis dependentes), assim como definir o método de medição dos fatores de controle.

Seleção da matriz experimental

Selecionar ou construir a matriz experimental considerando o número de fatores de controle, o número de níveis e os fatores não controláveis do processo. Além disso, devem-se definir as sequências das corridas aleatoriamente, o número de réplicas, as restrições dos experimentos e as possíveis interações que possam vir a ocorrer entre os fatores que estão sendo avaliados.

Realização do experimento

Segundo Bracarense (2012), a escolha do planejamento envolve consideração sobre o tamanho da amostra (número de replicações), seleção de uma ordem adequada de rodadas para as tentativas experimentais, ou se há formação de blocos ou outras restrições de aleatorização estão envolvidas. Durante a realização do experimento deve-se acompanhar o experimento para garantir o cumprimento correto do plano e para registrar quaisquer alterações ocorridas durante a execução. Recomenda-se a apresentação de relatórios no final do experimento, pois as informações contidas podem enriquecer os resultados obtidos pela análise de dados e validar se os experimentos foram corretamente executados. Erros no procedimento experimental nesse estágio, em geral, destruirão a validade do experimento.

Análise de dados

Conforme Montgomery e Runger (2012) e Werkema e Aguiar (1996), os métodos estatísticos devem ser usados para analisar os dados, de modo que os resultados e conclusões sejam objetivos, e não uma opinião. Podem ser utilizados softwares estatísticos (Minitab, Action, Anova, entre outros) para auxiliar na geração de informação. Os conceitos esta-

tísticos são aplicados nos resultados de um experimento, para descrever o comportamento das variáveis de controle, a relação entre elas e para estimar os efeitos produzidos nas respostas observadas. Ainda, permite decidir quando aceitar ou rejeitar as hipóteses formuladas anteriormente.

Interpretação dos resultados

Extração das conclusões práticas dos resultados através de gráficos e planilhas e recomendação de ações de melhorias.

Elaboração de relatórios

No relatório final deve-se identificar as limitações práticas e teóricas encontradas, as recomendações para futuros experimentos e as conclusões obtidas, pois esse *feedback* pode ser de grande benefício para o processo de avaliação do desempenho dos experimentos industriais.

A empresa estudada

A empresa estudada, Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil S.A, ou simplesmente VSB, é uma *joint venture* com capacidade instalada de 600kt/ano e está localizada em Jeceaba, Minas Gerais. Produz tubos de aço sem costura para perfuração, revestimento de poços e na condução de petróleo e gás, tanto para o consumo no mercado interno quanto externo, principalmente no setor petrolífero. Vem consolidando sua posição no mercado devido, principalmente, ao alto índice de qualidade do seu produto final através das certificações já vigentes na empresa, como ISO Q1, API 5CT, API 5L, ISO 9001:2008 e ISO 17025. É uma usina integrada que conta com setores como Pelotização, Alto Forno, Aciaria, Laminação, Tratamento Térmico e Linhas de Acabamento.

Fatores e níveis

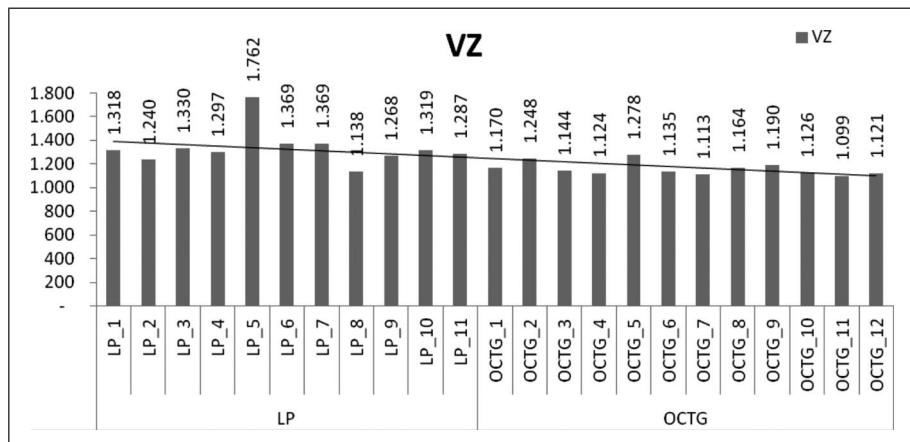
Em um processo de laminção de tubos de aço sem costura há uma diversidade de variáveis que influenciam na fabricação do produto, que podem ser qualitativas ou quantitativas, não sendo possível estudá-las todas ao mesmo tempo devido à quantidade e a dificuldade de coleta

desse banco de dados. Mediante isso, definiu-se que os fatores independentes a serem estudados serão: o aço, calibre, a parede de laminação e o tipo de tratamento térmico. A variável dependente ou variável resposta é o indicador de desempenho VZ. Os dados foram extraídos do sistema BW, software oficial de informação de produção, no período de janeiro de 2014 a dezembro 2015. Antes de iniciar o experimento o banco de dados passou por análises para identificação e eliminação de dados incoerentes ou faltantes.

Tipo de Aço

Os tubos produzidos de aços tipo *Lipe Pine* (LP), são tubos destinados à condução em diversos segmentos como, por exemplo, em minero dutos. Já os tubos produzidos do tipo OCTG (*Oil Country Tubes Goods*) são destinados para a perfuração. Na Figura 1 é possível verificar o comportamento do indicador VZ para todos os tipos de aços já produzidos e a variação desse indicador quando comparados entre eles. Na Figura 2 é possível observar que quando os aços foram agregados, os valores obtidos apresentaram certa variação, e a partir dessa análise foi definido qualitativamente o nível alto (LP) e nível baixo (OCTG) para o fator aço.

Figura 1. VZ dos aços produzidos.



Fonte: Os próprios autores.

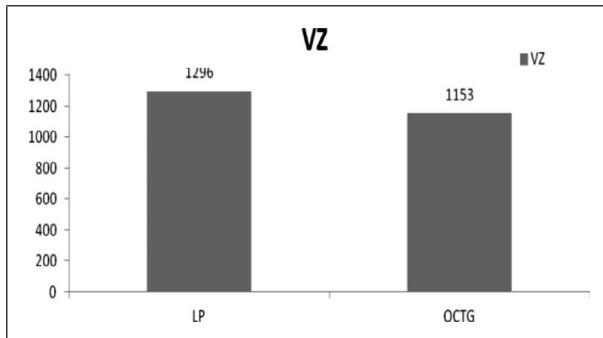


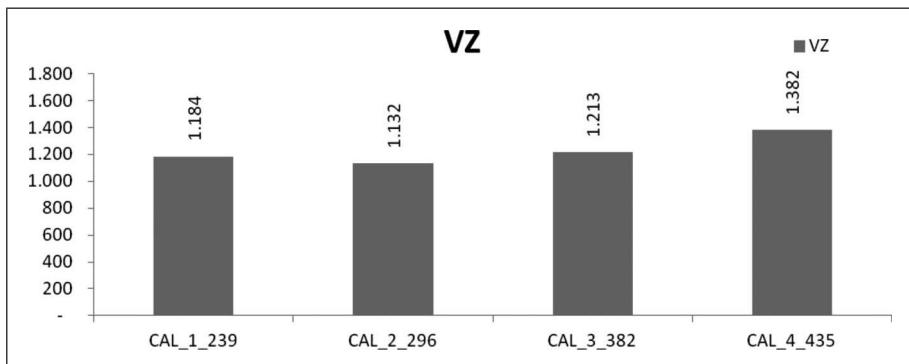
Figura 2. VZ dos aços após definição dos níveis.

Fonte: Os próprios autores.

Calibre

É definido como o diâmetro do tubo no laminador alongador, sendo que a empresa possui quatro calibres definidos, sendo eles (em mm): 239, 296, 382 e 435. Para a realização do experimento fatorial, os calibres foram segregados em 2 grandes grupos, sendo eles: Calibre I (239 e 296mm) e Calibre II (382 e 435mm). Na Figura 3 é possível verificar o comportamento do indicador VZ para os diferentes calibres e suas variações, e na Figura 4 é possível observar que quando os calibres foram agregados, os valores obtidos apresentaram certa variação, e a partir dessa análise foi definido o nível alto (Calibre II) e nível baixo (Calibre I).

Figura 3. VZ para todos os calibres.



Fonte: Os próprios autores.

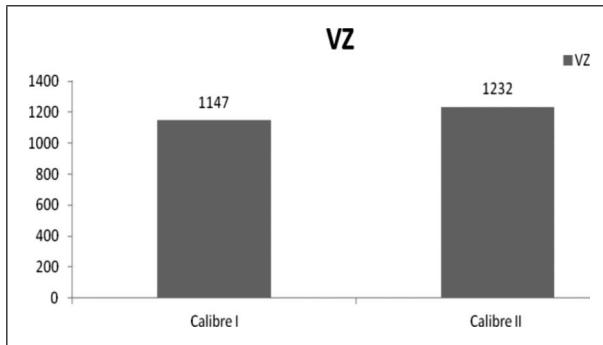


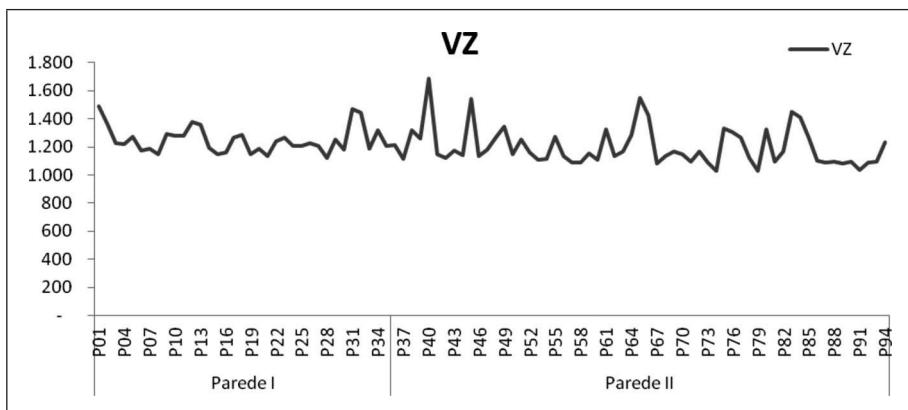
Figura 4. VZ por calibre após definição dos níveis.

Fonte: Os próprios autores

Parede de laminacão

Devido à grande variabilidade de paredes lamináveis, os materiais foram segregados em dois grandes grupos, Parede I e Parede II, sendo que a Parede I está compreendida entre P01 e P35 (6,2 a 13,06 mm inclusive) e Parede II compreendida entre P36 e P94 (13,07 a 35,5 mm), conforme especificações da empresa. Na Figura 5 é possível verificar o comportamento do indicador VZ para todas as paredes laminadas no período selecionado e a variação desse indicador quando comparados entre eles. Na Figura 6 é possível observar que, quando as paredes foram agregadas os valores obtidos apresentaram variação, e a partir dessa análise foi definido o nível alto (Parede I) e nível baixo (Parede II).

Figura 5. VZ para todas as paredes.



Fonte: Os próprios autores.

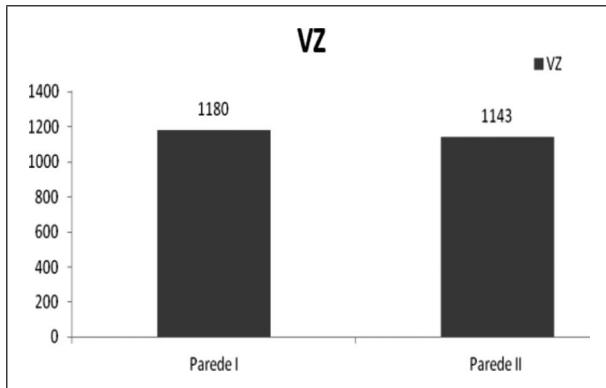


Figura 6. VZ por parede após definição dos níveis.

Fonte: Os próprios autores.

Tratamento térmico

Os tubos produzidos pela empresa podem ser temperados e normalizadas (QT) cuja rota é o setor de tratamento térmico; e não temperado (NQT) cuja rota são linhas acabadoras. Na Figura 7 é possível verificar o comportamento do indicador VZ para os tipos de rotas e tratamentos térmicos. A partir dessa análise foram definidos os níveis alto (NQT) e baixo (QT) para o fator tratamento térmico.

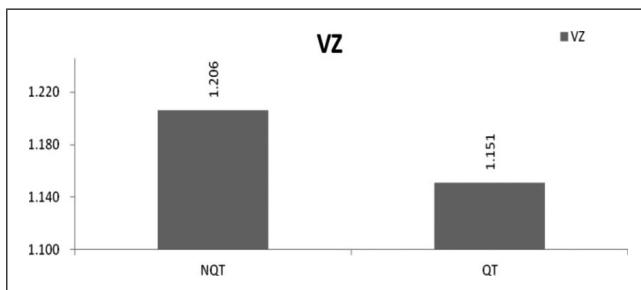


Figura 7. VZ para os tratamentos térmicos.

Fonte: os próprios autores.

Análise do experimento factorial completo

O tipo de experimento aplicado ao estudo foi o Experimento Fatorial Completo 2^k , sem réplicas, sendo $k=4$, gerando assim 16 tratamentos a serem analisados utilizando-se o software Minitab®, concedido pela

empresa em estudo. Em seguida, foi executada a análise do experimento factorial completo aplicando-se o princípio da esparsidade, sendo consideradas as interações e efeitos de segunda ordem.

Princípio da esparsidade

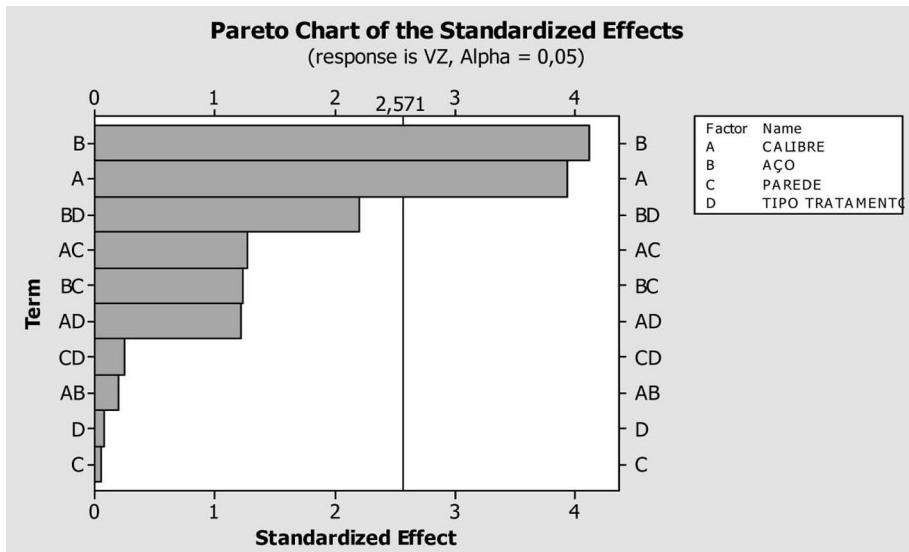
Segundo Montgomery e Runger (2012), à medida que o número de fatores aumenta em um experimento, o número de efeitos estimáveis também aumenta. Em algumas situações, o princípio da esparsidade dos efeitos se aplica, ou seja, o sistema é geralmente dominado pelos efeitos principais e interações de ordens baixas, onde as interações de terceira ordem ou mais são geralmente negligenciadas. Quando o número de fatores for moderadamente grande, como $k \geq 4$, uma prática comum é executar somente uma réplica, e então combinar as interações de ordens mais altas como estimativa de erro.

Gráfico de pareto para os efeitos e gráficos normal dos efeitos

O gráfico de Pareto na Figura 8 mostra o valor absoluto dos efeitos e mostra uma linha vertical de referência no gráfico. Qualquer efeito que se estende para além desta linha de referência é potencialmente importante. Essa linha de referência é determinada através de uma escala que depende da existência de um termo de erro. Os fatores A e B ultrapassaram a linha de referência, significando que esses são os fatores com maior significância. Nenhum dos demais fatores ou interações entre eles demonstrou ser estatisticamente significativo ao nível de $\alpha=0,05$.

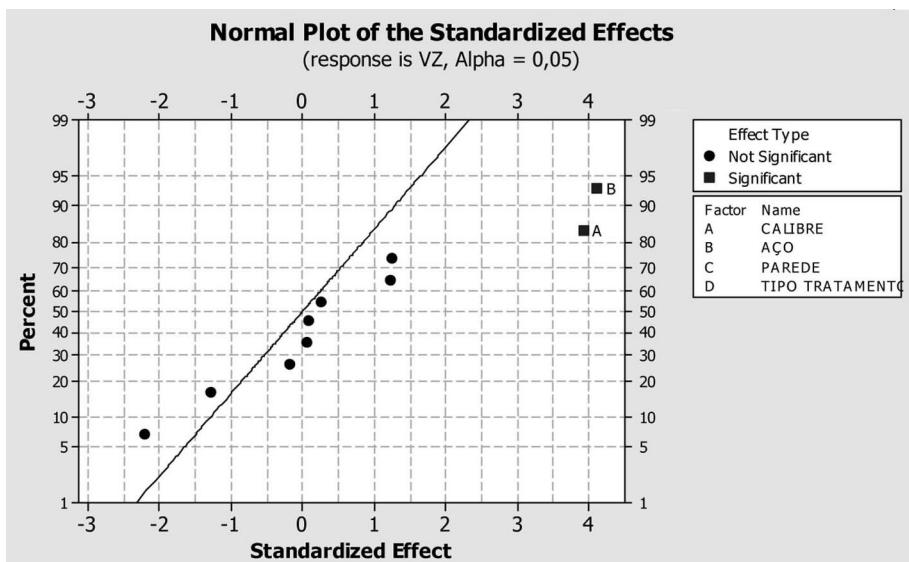
O Gráfico Normal dos Efeitos, Figura 9, exibe efeitos negativos do lado esquerdo e efeitos positivos do lado direito da linha de referência, que indica onde seria de se esperar que os pontos caíssem se todos os efeitos fossem zero, tornando difícil a comparação da magnitude entre os efeitos positivos e negativos. É usado para comparar a magnitude relativa e a significância estatística de ambos os efeitos principais e interações. Pontos que não se enquadram perto da linha geralmente sinalizam efeitos significativos. O gráfico da Figura 9 mostra que os fatores B e A, Aço e Calibre respectivamente, exercem nesta ordem os efeitos mais significativos estatisticamente sobre o indicador VZ.

Figura 8. Gráfico de Probabilidade Normal os Efeitos.



Fonte: os próprios autores.

Figura 9. Gráfico Normal dos Efeitos.



Fonte: os próprios autores.

Interação entre os fatores

Quando as retas mostradas em gráficos de interação são paralelas, ou quase paralelas, significa que não há interações entre os fatores. Baseado nisso, é possível notar, a partir da Figura 10, que há certa interação entre os fatores analisados (exceto entre os fatores Calibre e Aço), significando que os fatores e suas combinações possuem dependência, e que o efeito provocado pela mudança do nível de um fator na resposta afeta o nível de um outro fator.

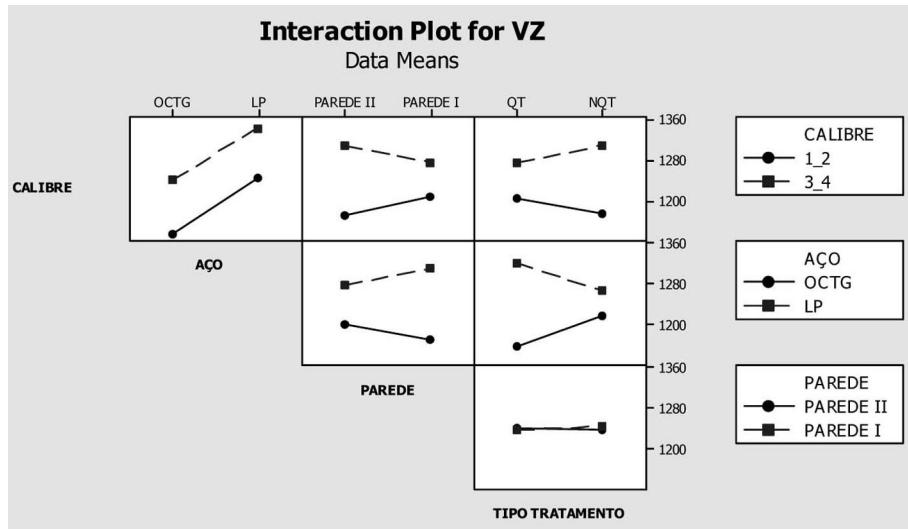
Na prática, os fatores possuem certa interação, pois baseado no banco de dados da empresa, pode-se notar que o Calibre I representou maior volume produzido contra o Calibre II, demonstrando que o conhecimento e experiência adquirida impacta em um menor resultado para VZ pois, quanto maior a experiência menores são os erros que geram defeitos. Ainda no Calibre I, os aços OCTG representaram 97% do volume produzido, contribuindo para o VZ menor, pois na prática este tipo de aço é considerado fácil de laminar devido os elementos de ligas existentes, que geram menor quantidade de defeitos. No Calibre II nota-se que 78% do volume produzido se refere à aços LP, que possuem menor quantidade de ligas, dificultando sua laminiação.

Quando analisamos os aços LP percebemos que este representou 14% do volume produzido contra 86% de aços OCTG reafirmando que o *know-how* possui impacto no VZ. Por representar menor volume, menores são as possibilidades de correção de falhas durante sua fabricação e maior é o impacto das perdas em sua totalidade. Conjuntamente com o volume, pode-se notar que 78% dos aços LP são aplicados ao Calibre II, cuja experiência ainda é pequena devido a sua baixa produção até o momento.

Analizando o fator Parede de laminiação, nota-se que 68% do volume produzido de aço LP são aplicados em tubos de parede fina cujo VZ é maior. Na prática os materiais cuja parede é mais fina apresentam maior VZ, pois a geração de defeitos acontece mais facilmente devido ao próprio processo de laminiação e suas etapas, como transporte, aquecimento, breakdown, e ferramentas utilizadas. Com relação ao Tipo de Tratamento, foi possível notar, através de análise do banco de dados, que os materiais do tipo QT representam 60% do volume produzido o que gera mais conhecimento e utilização de melhores práticas durante sua laminiação. Além disso, 48% do volume produzido é feito no Calibre I, que possui me-

nor VZ devido ao *know-how* adquirido ao longo dos anos e de aços OCTG, que também possuem menor VZ característico.

Figura 10. Gráficos de Interações.



Fonte: os próprios autores.

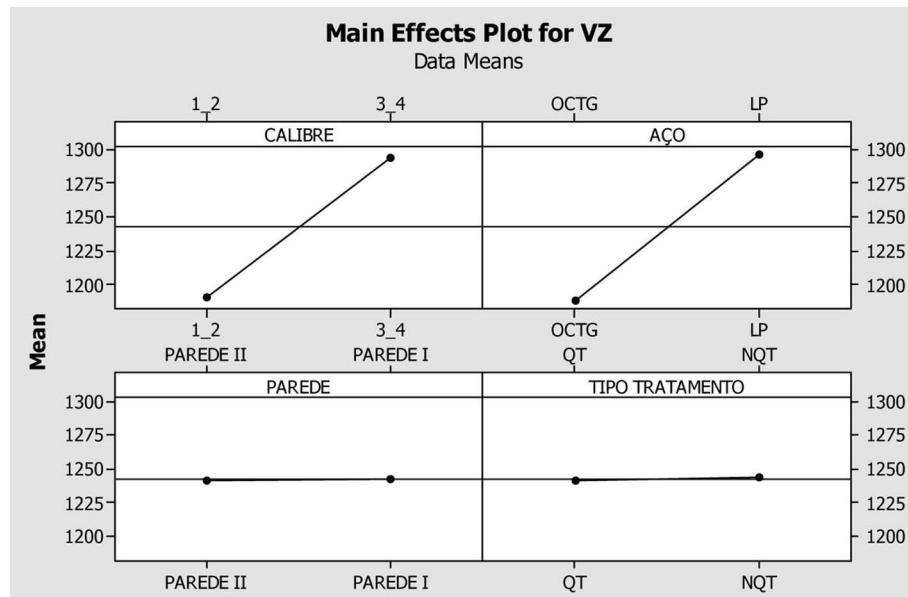
Avaliação dos efeitos principais

O gráfico de efeitos principais é utilizado para examinar diferenças entre médias de níveis para um ou mais fatores. Um efeito principal existe quando diferentes níveis de um fator afetam a resposta de maneira diferente. Pode ser definido como a alteração ocorrida na resposta quando se move do nível mais baixo (-) para o nível mais alto (+) de cada fator estudado, ilustrado por meio de uma linha que liga a média da resposta para cada nível de fator.

Através dos Gráficos de Efeitos Principais da Figura 11 é possível perceber que os fatores Calibre e Aço apresentaram maior efeito principal, pois a linha que conecta as respostas médias para o nível baixo e o nível alto tem inclinação mais íngreme comparada aos demais efeitos. Os fatores Parede e Tipo de Tratamento não se mostraram significativos, pois

a alteração do nível baixo para alto não foi estatisticamente significativa, como pode ser percebido pela pequena inclinação da reta que une os dois níveis.

Figura 11: Planejamento de experimento fatorial completo.



Fonte: os próprios autores.

Avaliação da tabela ANOVA

Através da Tabela 1, coluna P (*p-value*), é possível comprovar que os fatores Calibre e Aço são os fatores que apresentam maior significância, pois os *p-values* assumidos são menores que 0,05. Já os fatores Parede e Tipo de Tratamento apresentaram *p-value* maior que 0,05, confirmando as análises mostradas nos gráficos de efeitos principais. Analisando a coluna “Effect”, é possível notar que os efeitos com maior significância são relacionados aos fatores Calibre e Aço, pois quanto maior este valor maior será seu efeito na variável resposta. O valor R-Sq representa a proporção da variabilidade na resposta que é explicada pelo modelo, sen-

do que o valor obtido foi de 89,33%. A Tabela 2 mostra a análise de variância do experimento, onde pode-se realizar as análises do p-value para verificar a significância dos efeitos principais e demais interações.

Tabela 1: Geração dos dados analisados para os efeitos.

Factorial Fit: VZ versus CALIBRE; AÇO; PAREDE; TIPO TRATAMENTO

Estimated Effects and Coefficients for VZ (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		1242,23	13,16	94,42	0,000
CALIBRE	103,19	51,60	13,16	3,92	0,011
AÇO	108,21	54,11	13,16	4,11	0,009
PAREDE	1,54	0,77	13,16	0,06	0,956
TIPO TRATAMENTO	2,17	1,09	13,16	0,08	0,937
CALIBRE*AÇO	-5,03	-2,51	13,16	-0,19	0,856
CALIBRE*PAREDE	-33,46	-16,73	13,16	-1,27	0,259
CALIBRE*TIPO TRATAMENTO	32,17	16,08	13,16	1,22	0,276
AÇO*PAREDE	32,52	16,26	13,16	1,24	0,271
AÇO*TIPO TRATAMENTO	-57,85	-28,93	13,16	-2,20	0,079
PAREDE*TIPO TRATAMENTO	6,63	3,31	13,16	0,25	0,811

$S = 52,6230$ PRESS = 141782
 $R-Sq = 89,33\%$ R-Sq(pred) = 0,00% R-Sq(adj) = 68,00%

Tabela 2: Geração dos dados analisados para a variância.

Analysis of Variance for VZ (coded units)

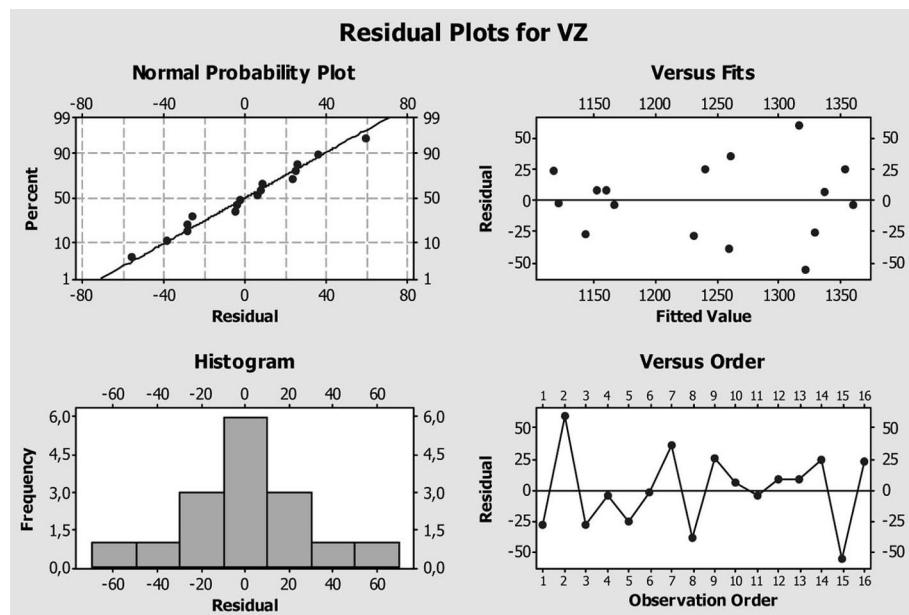
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	4	89464	89464,2	22366,0	8,08	0,021
CALIBRE	1	42594	42594,1	42594,1	15,38	0,011
AÇO	1	46842	46841,8	46841,8	16,92	0,009
PAREDE	1	9	9,5	9,5	0,00	0,956
TIPO TRATAMENTO	1	19	18,9	18,9	0,01	0,937
2-Way Interactions	6	26513	26513,0	4418,8	1,60	0,312
CALIBRE*AÇO	1	101	101,2	101,2	0,04	0,856
CALIBRE*PAREDE	1	4479	4479,0	4479,0	1,62	0,259
CALIBRE*TIPO TRATAMENTO	1	4139	4138,8	4138,8	1,49	0,276
AÇO*PAREDE	1	4230	4229,7	4229,7	1,53	0,271
AÇO*TIPO TRATAMENTO	1	13389	13388,5	13388,5	4,83	0,079
PAREDE*TIPO TRATAMENTO	1	176	175,8	175,8	0,06	0,811
Residual Error	5	13846	13845,9	2769,2		
Total	15	129823				

Análise dos resíduos

O histograma de resíduos mostra a distribuição dos resíduos para todas as observações. Conforme pode ser verificado na Figura 12, os dados seguem um distribuição normal, o que caracteriza que não há evidência de assimetria ou *outliers*. O gráfico de Probabilidade Normal para os resíduos apresenta os resíduos versus seus valores esperados e esses resíduos da análise, sendo que apresentaram-se distribuídos normalmente.

Para o gráfico Versus Fits x Fitted Value, Figura 12, os resíduos devem e estão distribuídos aleatoriamente em torno de zero, caracterizando que não há evidência de variância não constante, termos faltantes ou *outliers*. O gráfico Versus Order x Observation Order representa graficamente os resíduos na ordem das observações correspondentes. É utilizada para verificar a influência da coleta das ordens ou outro fator no resultado do experimento. Os dados devem e apresentaram um padrão aleatório em torno da linha central caracterizando que os termos de erro são correlacionados um com o outro.

Figura 12: Geração dos dados analisados.



Fonte: os próprios autores.

Equação do modelo

O modelo matemático utilizando os fatores escolhidos para a estimativa do indicador de rendimento VZ obtido através da equação de regressão linear múltipla é:

$$Y = 1.242,23 + 51,60 \cdot A + 54,11 \cdot B - 28,93 \cdot B \cdot D + \varepsilon$$

Sendo as variáveis A o Calibre, B o Aço e D o Tipo de Tratamento. Estes valores atribuídos à equação podem ser vistos na coluna “Coef” da Tabela 1. Ao final da expressão tem-se o erro experimental ε . Não foram utilizados os demais dados, pois as interações entre os fatores não mostraram significância estatística.

CONCLUSÃO DO ESTUDO DE CASO

Em diversos setores de uma empresa, muitas vezes, é necessário obter informações dos produtos e processos empiricamente. Sendo assim, faz-se necessário projetar experimentos, coletar dados e analisá-los de forma coerente afim de gerar conhecimento e ações. Baseado nisso, pode-se notar a importância do planejamento de experimentos na área da engenharia, permitindo resultados mais confiáveis e conferindo ao processo desempenhos superiores.

O objetivo principal desse estudo foi avaliar os parâmetros produtivos da laminação a quente através da aplicação de técnicas de planejamento e análise de experimentos (DOE) visando estudar o principal indicador de rendimento metálico, VZ. A partir disso foram estudados quatro parâmetros que influenciam no VZ, e com isso pode-se determinar os efeitos que cada fator exerce sobre a variável resposta, assim como avaliar a interação entre os fatores e como estes impactam no processo e no resultado. Estes objetivos foram atingidos, pois o estudo foi realizado com banco de dados pertinentes, trazendo à tona conhecimento relevante sobre o assunto de modo a facilitar a tomada de decisão, além de se mostrar condizente com a realidade da empresa. O experimento atendeu razoavelmente bem às condições necessárias para validação, mesmo estando em ambiente industrial e ter sido feito a partir de uma base histórica.

A condução da técnica e análise foi conduzida conforme o planejado, sendo que foi aplicado o Princípio da Esparsidade sem violar as condições importantes para a realização do experimento. Sendo assim, concluiu-se que os fatores estatisticamente significativos conforme análises foram o Calibre e o Tipo de Aço, sendo que os fatores Parede e o Tipo de Tratamento não sem mostraram significantes estatisticamente. É importante frisar que a análise da tabela ANOVA veio corroborar as análises feitas graficamente.

A validade do modelo utilizado é constatada por meio da Análise de Variância (ANOVA) e uma forma de verificarmos se o modelo ajustado é adequado é olharmos o resultado do coeficiente de determinação (R^2), que mede o quanto a variável resposta é explicada pelo modelo, pois quanto maior o valor de R^2 melhor, sendo que no estudo realizado o R^2 foi de 89,33%.

Um ponto de atenção para a realização de experimentos é quanto ao controle rigoroso das variáveis a serem analisadas, diminuindo-se ao máximo o erro aleatório de variáveis não estudadas, pois estas podem gerar alta variabilidade que não sigam uma distribuição normal. Um limite desse estudo foi a verificação de causas especiais que impactam no VZ, tais como erros operacionais, *breakdowns* sucessivos, tamanho de lote, entre outros. Isso se dá pela dificuldade de rastreamento e controle de todas as ordens laminadas durante o período selecionado e durante a produção normal. Além disso, para realizar o experimento fatorial 2^K necessita-se de dois níveis por fator estudado, sendo assim, alguns fatores como, por exemplo, o calibre, exerce uma influência sobre a variável resposta de forma não linear, o que pode gerar um erro na avaliação direta deste fator.

Este foi o primeiro experimento fatorial realizado referente à análise do principal indicador de rendimento, VZ, e as fatores independentes adotadas dentro da empresa em estudo, sendo que os resultados obtidos através das análises realizadas apontaram que a aplicação do DOE no processo de produção de tubos foi bem-sucedida, pois trouxe à tona conhecimento relevante sobre o assunto. Finalmente, um resultado de extrema importância foi mostrar às pessoas a validade de analisar cientificamente e estatisticamente um processo e, com isso, incentivar o uso dessas técnicas junto às empresas, pois estas permitem avaliação do processo de forma a melhorá-lo, reduzindo assim a possibilidade de insucessos.

so. À medida em que foi sendo realizado o experimento, a tratativa dos dados e análises, foi-se adquirindo informações técnicas e práticas além da familiarização com a técnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRACARENSE, Paulo Afonso (2012), *Estatística aplicada às ciências sociais*, IESDE Brasil S.A, Curitiba, PR.

BUTTON, S.T. (2012), *Metodologia para planejamento experimental e análise de resultado*, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, SP.

CALADO, V., MONTGOMERY, D. (2003), *Planejamento de Experimentos usando o Statistica*, 1. ed. editora E-papers, Rio de Janeiro, RJ.

COSTA, Maria Carolina Burgos (2011), “A importância do ensino da ferramenta de planejamento fatorial para estudantes de engenharia”, XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Blumenau, SC.

CATEN, Carla S., RIBEIRO, José Luis Duarte (1996), “Etapas na Otimização Experimental de Produtos e Processos: Discussão e Estudo de Caso”, Produção, vol. 6, n. 1, Belo Horizonte, MG.

GALDÁMEZ, Edwin Vladimir Cardoza (2002), *Aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos na melhoria da qualidade de um processo de fabricação de produtos plásticos*, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, SP.

GIL, A. C. (2002), *Projetos de pesquisa*, 4. Ed, São Paulo, Atlas.

INSTITUTO AÇO BRASIL - Números de mercado: Estatísticas, disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/numeros/estatisticas.asp>>. (Acesso em: 24 de junho de 2016).

MONTGOMERY, D.C., RUNGER, G.C. (2012), *Probabilidade para engenheiros*. 5. ed, LTC Editora, Rio de Janeiro, RJ.

NETO, B., SCARMINIO, I.S., BRUNS, R. E. (1996), *Planejamento e otimização de experimentos*, 2. ed. Editora da UNICAMP, Campinas, SP.

RODRIGUES, M. I., IEMMA, A. F. (2005), *Planejamento de experimentos e otimização de processos: Uma estratégia sequencial de planejamentos*. 1. ed. Casa do Pão Editora, Campinas, SP.

SALLES, Cléia de Andrade, SILVA, João Batista Auad; SILVA, Rafael Bispo (2010), “*Planejamento e análise de experimentos para avaliação de resultados de ensaios mecânicos em blendas de polipropileno e polietileno de alta densidade*”, XXX ENEGEP, São Carlos, SP.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino, AGUIAR, Silvio (1996), *Planejamento e análise de experimentos: como identificar e avaliar as principais variáveis influentes em um processo*, Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG.

WORLDSTEEL ASSOCIATION - *World steel in figures 2015*. Disponível em: <<https://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/bookshop/2015/World-Steel-in-Figures-2015/document/World%20Steel%20in%20Figures%202015.pdf>>. Acesso em: 24 de junho de 2016.

PLANEJAMENTO E PROJETO DE EXPERIMENTO FATORIAL COMPLETO: BIBLIOMETRIA E ESTUDO DE CASO NA ÁREA DA SIDERURGIA

Sílvia Maria Santana Mapa¹, Josemar Coelho Felix², Karina Araújo Milagres³

Resumo: A retração do mercado interno e a desaceleração da economia brasileira foram acentuadas pelo aumento da competição do aço importado e pelo fraco desempenho da economia. Sendo assim, esse trabalho objetiva aplicar a técnica estatística DOE (*Design of Experiments*), ou Projeto de Experimentos, para analisar a avaliação da influência de características produtivas no principal indicador de desempenho, denominado VZ, da Vallourec Soluções Tubulares do Brasil, na produção de tubos de aço sem costura. Na metodologia utilizou-se a revisão bibliométrica acerca da técnica Experimento Fatorial, e na sequência um estudo de caso quantitativo aplicando DOE por meio do software *Action*®, a fim de investigar quais os fatores mais interferem no resultado final da variável resposta, bem como a interação entre eles. Dentre as variáveis estudadas, conclui-se que o tipo de aço tem o maior impacto no processo de laminação estudado. Com a bibliometria pode-se concluir que o Experimento Fatorial é um tema ainda não muito abordado, apresentando um aumento gradativo no número de publicações no Brasil nos últimos anos.

Palavras-chave: DOE. Experimento fatorial. Laminação a quente. Coeficiente de rendimento metálico.

INTRODUÇÃO

Em função da competitividade do mercado, priorizar a qualidade no processo de produção otimiza a utilização de recursos. Para uma combinação entre qualidade e preço, é preciso que haja um bom controle de todos os processos da cadeia produtiva, bem como a adequação de projetos às necessidades da empresa e do mercado. Os métodos estatísticos têm se mostrado importantes ao alcance de melhores níveis de qualidade, uma vez

¹ Professora Dra. Departamento de Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: silvia.mapa@ifmg.edu.br

² Aluno do bacharelado em Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: felix.josemar@gmail.com

³ Ex-aluna do bacharelado em Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: karinamilagres04@hotmail.com

que auxilia no diagnóstico e aperfeiçoamento da gestão e operação de diversos processos produtivos. É necessário ter projetos de qualidade alinhados aos requisitos dos clientes, internos e externos, para viabilizar a sustentabilidade da organização. Nesse sentido, planejar estatisticamente experimentos possibilita o alcance de objetivos de qualidade (DRUMOND, 2008).

Segundo Zappelino (2015) os experimentos possuem quatro fases, obedecendo aos princípios da Gestão da Qualidade Total e seguindo o método do PDCA: *Plan* - planejamento do experimento; *Do* - realização do experimento de acordo com o planejamento; *Check* - análise dos resultados encontrados por meio de estudos estatísticos e análise de variância; *Act* - faz-se um plano de ação depois de ter feito a análise dos resultados, sendo possível indicar a necessidade de novos planejamentos.

Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão teórica sobre a técnica estatística Experimento Fatorial, juntamente com uma análise bibliométrica, onde será pesquisado a quantidade de obras que possuem como temas: Experimento Fatorial, Planejamento Fatorial ou Planejamento de Experimentos. Após isso, será aplicada a ferramenta a um problema real, a fim de investigar quais os fatores que mais interferem no resultado final de uma variável resposta, bem como a interação entre eles. Para isso, haverá a aplicação de técnicas de Planejamento Experimental com réplicas por meio de um software estatístico de licença livre.

O problema a ser abordado está relacionado à análise de rendimento de processo de laminação de tubos de aço sem costura, com base no indicador de rendimento da laminação, identificado com a variável VZ, ou variável resposta. Existem vários parâmetros que interferem no desempenho do sistema, dentre eles: o tipo de aço empregado, o calibre, a parede de laminação, o comprimento do bloco para laminação, o tipo de acabamento de ponta, o tipo de comprimento, o tipo de tratamento térmico.

A empresa a ser estudada fabrica tubos de aço sem costura para o mercado interno e para a exportação, principalmente para os setores de óleo e gás, e está localizada na região do Alto Paraopeba, Minas Gerais. No processo da laminação de tubos sem costura ocorre uma representativa mudança no produto final, gerando grande impacto no processo produtivo, devido à alta variabilidade do processo e grande geração de produtos defeituosos, frente à demanda de mercado que possui requisitos rigorosos de qualidade. Os fatores que serão analisados são quatro: os tipos de aço, calibre (diâmetro do tubo no laminador perfurador), espessura de parede e tipo de tratamento térmico.

PLANEJAMENTO E ANÁLISE DE EXPERIMENTOS: REVISÃO DE LITERATURA

Com a aplicação de ferramentas estatísticas há a possibilidade de tratamento de uma grande quantidade de dados numéricos, principalmente para analisar e entender uma gama crescente de dados e informações originadas de um sistema. A observação dos efeitos de variáveis e interações entre elas é de extrema importância para entender os produtos e processos que estão sendo monitorados em um determinado sistema (PEREIRA-FILHO *et al.*, 2002).

Button (2012) enfatiza que o Planejamento Experimental representa um conjunto de ensaios estabelecidos com critérios científicos e estatísticos, com o objetivo de determinar a influência de diversas variáveis nos resultados de um dado sistema ou processo, podendo ser dividido em outros objetivos de acordo com o propósito dos ensaios: determinar quais variáveis são mais influentes nos resultados; atribuir valores às variáveis influentes de modo a otimizar os resultados; atribuir valores às variáveis influentes de modo a minimizar a variabilidade dos resultados; atribuir valores às variáveis influentes de modo a minimizar a influência de variáveis incontroláveis.

O Planejamento de Experimentos é aplicado no desenvolvimento de novos processos ou produtos e em seu aprimoramento, e é uma técnica que atualmente vem sendo utilizada em larga escala a nível mundial. Através dele é possível determinar as variáveis que exercem maior influência no desempenho de um determinado processo, tendo como resultado: redução da variação do processo; redução do tempo do processo; redução de custos operacionais; melhoria do rendimento do processo (MONTGOMERY; RUNGER, 2012).

O experimento planejado consiste na realização de um teste onde são induzidas mudanças deliberadas ou estímulos nas variáveis de entrada (*inputs*) do processo ou sistema, de modo que seja possível observar e identificar as influências nas respostas ou nas variáveis de saída (*outputs*). O processo de transformação é representado pela combinação de máquinas, métodos, pessoas e outros recursos que modificam uma entrada em novos produtos acabados ou semiacabados, com características ou parâmetros específicos, conforme Figura 1 (GALDÁMEZ, 2002).

Figura 1. Modelo geral de um sistema de transformação.



Fonte: Adaptado de Montgomery (2001).

Dentre as diversas vantagens da utilização do Planejamento Fatorial Completo, Button (2012) destaca as seguintes: redução do número de ensaios sem prejuízo da qualidade da informação; estudo simultâneo de diversas variáveis, separando seus efeitos; determinação da confiabilidade dos resultados; realização da pesquisa em etapas, num processo interativo de acréscimo de novos ensaios; seleção das variáveis que influenciam um processo com número reduzido de ensaios; representação do processo estudado através de expressões matemáticas; elaboração de conclusões a partir de resultados qualitativos e quantitativos; são mais eficientes que os experimentos com um único fator; evitam conclusões errôneas quando existem interações entre os fatores; possibilitam a estimativa dos efeitos de um fator em diversos níveis de outros fatores, permitindo conclusões que são válidas numa amplitude de condições experimentais.

Há três princípios básicos do DOE (*Design of Experiments*): aleatorização, replicação e blocagem. A aleatorização permite executar experimentos em ordem aleatória a fim de distribuir entre os fatores os efeitos desconhecidos dos fenômenos, aumentando assim a validade da investigação. A replicação é a repetição de um mesmo teste várias vezes em diferentes experimentos, podendo avaliar o erro experimental através da variação na resposta encontrada. A blocagem deve ser utilizada quando não for possível manter a homogeneidade das condições experimentais. Esta técnica permite avaliar se a falta de homogeneidade interfere nos resultados (MONTGOMERY, 2001).

METODOLOGIA

Primeiramente, será realizada uma revisão teórica sobre a ferramenta Experimento Fatorial, juntamente com uma bibliometria sobre o tema proposto. A bibliometria consiste em uma pesquisa procurando determinar o número de autores que já citaram o experimento fatorial como um tema de trabalho. Após isso, será apresentado um estudo de caso para demonstrar uma aplicação prática da ferramenta, que se relaciona à análise de rendimento do processo de laminação de tubos de aço sem costura, ao se analisar o indicador de rendimento da laminação, identificado com a variável VZ.

A análise bibliométrica é fundamental para o entendimento da comunicação científica com relação ao termo estudado. O presente estudo foi realizado de forma descritiva e analítica por meio do estudo bibliométrico, considerando publicações nacionais dos últimos dezessete anos. Foi feita uma busca nas bases de dados do Portal de Periódicos da Capes, sendo todos os materiais no idioma Português, publicados neste século (XXI). A busca foi feita considerando todas as bases de dados disponíveis. Além disso, também se utilizou o Google Acadêmico para encontrar os artigos publicados em congressos nacionais. Dentre os periódicos, listou-se apenas aqueles revisados por pares.

Para a análise bibliométrica, foram extraídas as obras cujos títulos continham os seguintes termos: Planejamento de Experimentos, *Design of Experiments* (apenas o título no idioma inglês, porém o texto em português), Experimento Fatorial e Planejamento Fatorial. Também pretendeu-se extrair a fonte de publicação das obras, para fazer um mapeamento de quais áreas mais publicam sobre o tema. Após o levantamento bibliométrico, procedeu-se à análise dos resultados.

Com relação à técnica Planejamento e Análise de Experimentos proposta, as atividades do procedimento experimental foram realizadas, tais como: definição dos objetivos do experimento (um estudo do problema juntamente com todas as áreas envolvidas será fundamental para compreensão do processo e resolução de futuros problemas); definição dos parâmetros do experimento; seleção dos fatores de controle e da variável resposta; seleção da matriz experimental (que envolve o número de replicações e uma seleção de uma ordem adequada de rodadas); realização do experimento (nessa etapa deve-se fazer uma constante monitoração do processo, garantindo que tudo seja feito de acordo com o planejado, evitando assim que o erro invalide o experimento); análise de dados

através dos métodos estatísticos; interpretação dos resultados e elaboração de relatórios, que exemplificarão como o experimento deve acarretar em conclusões práticas sobre os resultados; e recomendar um plano de ação. Essas tarefas ajudam a desenvolver e seguir efetivamente os planos já determinados, e permite maximizar as respostas das questões estabelecidas pela equipe de trabalho (GALDÁMEZ, 2002; ZAPPELINO, 2015).

Para a montagem das réplicas fez-se os seguintes passos: após os valores de VZ terem sido ordenados e descartados os *outliers*, considerados em Cardoso (2016) como valores atípicos VZs superiores a 2000, coletou-se os valores de VZ correspondentes ao primeiro quartil, mediana e terceiro quartil para comporem as três réplicas para cada um dos dezenas experimentos.

PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

A análise do levantamento bibliográfico partiu de um diagnóstico de um processo de distribuição por periódicos, título da obra, local de publicação e ano de publicação. Na pesquisa foram encontrados vários artigos, sendo esses pesquisados na Plataforma Capes, no Google Acadêmico e no Google. As teses e dissertações foram extraídas da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Com o termo de busca “Planejamento de Experimentos” no título foram encontradas trinta e cinco obras. O segundo passo foi buscar artigos com o termo “*Design of Experiments*” no título (cujo corpo do texto esteja no idioma Português), com um total de quatro artigos. Seguindo a metodologia proposta no trabalho, foram encontrados na busca ao Portal Capes e no Google quarenta e seis artigos que possuem a palavra “Planejamento Fatorial” e “Experimento Fatorial” no título. Também foi utilizado o Google Acadêmico para fazer pesquisa de artigos publicados em congressos. Utilizou-se os mesmos termos de pesquisa anteriores, onde encontrou-se um total de vinte e sete artigos. Foram encontradas no total cento e doze obras que abordaram o tema Planejamento de Experimentos.

Análise dos resultados

Analisando os dados coletados, chegou-se à conclusão que as publicações realizadas em revistas e em congressos tiveram a mesma por-

centagem de 35% cada, ao passo que 30% são teses e dissertações, como mostra a Figura 2.

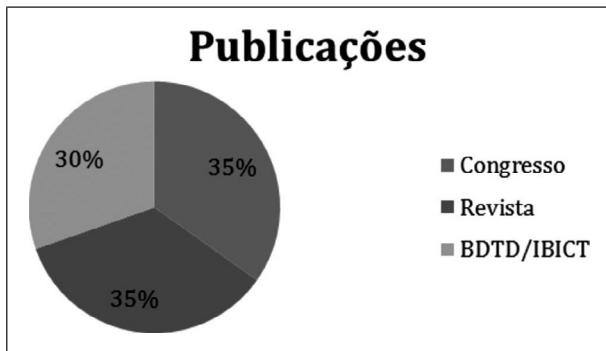
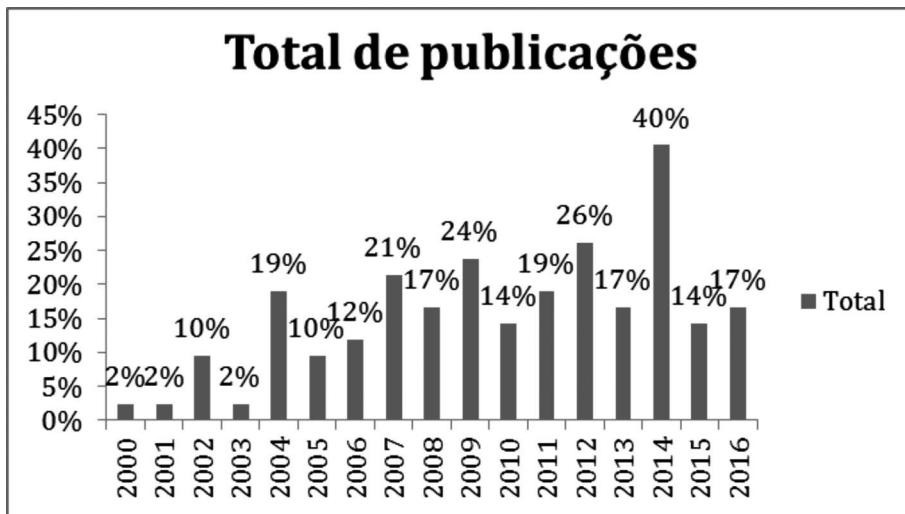


Figura 2. Fontes de publicações.

Fonte: Dados da pesquisa.

Também foi feita uma pesquisa que aborda a quantidade de publicações por ano, que está representada na Figura 3.

Figura 3. Publicações a partir de 2000.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que o método Planejamento de Experimentos (DOE) é uma temática em construção, pois apresenta um número com tendência ascendente de publicações, haja vista a quantidade publicada em 2014. Nota-se que os anos de 2007, 2009, 2012 e 2014 tiveram um número maior de obras em comparação com os outros anos. Uma última análise foi feita levando-se em considerações as publicações feitas por área. A Figura 4 ilustra as publicações.

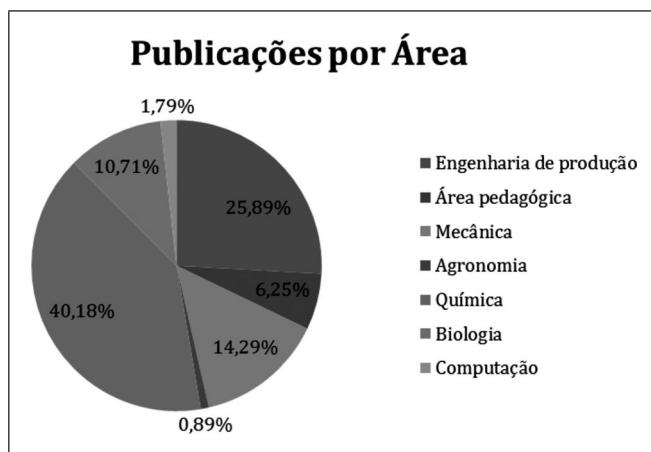


Figura 4.
Publicações de
acordo com as
áreas.

Fonte: Dados da pesquisa.

Constatou-se que a área de Química é a que mais realiza publicações com o tema DOE, representando 40,18%. Logo em seguida vem a de Engenharia de Produção, com 25,89%, e a de Mecânica, com 14,29%. As demais áreas apresentaram resultados inferiores aos mencionados.

Foi feita uma análise das revistas e eventos científicos que mais tiveram publicações abordando o tema DOE, representada na Figura 5.

Com a Figura 5 foi possível concluir que, além das publicações no BDTD de teses e dissertações, que representa 22%, o Congresso Brasileiro de Engenharia Química representou 4%, seguida por 3% no Congresso Brasileiro de Polímeros, Revista Química Nova e Sistema e gestão, corroborando a análise feita no Gráfico 3. Os outros 63% representaram a soma de todos os outros eventos e revistas que não tiveram um número expressivo de publicações.

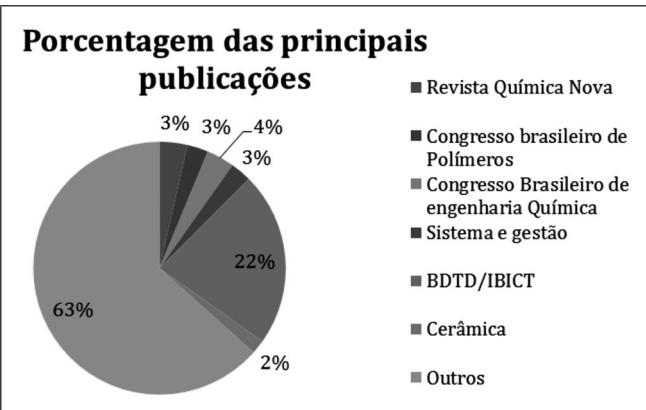


Figura 5. Teses, Revistas e Congressos que tiveram mais publicações.

Fonte: Dados da pesquisa.

DESENVOLVIMENTO

A escolha dos fatores

No planejamento de experimentos fatoriais é comum encontrar experimentos planejados com técnicas fatoriais com dois, três ou mais níveis. No presente trabalho, os experimentos serão abordados com dois níveis e quatro fatores ou variáveis. A utilização da técnica projeto fatorial foi necessária para determinar os efeitos das variáveis Aço, Calibre, Parede e Tipo de Tratamento, de suas interações nas soluções geradas e para identificar quais destes fatores possuem impacto mais significativo no desempenho do processo de fabricação de tubos de aço sem costura, medido em função do VZ. Para obter uma melhor objetividade da resposta, haverá a utilização de ensaios (réplicas), e este será igual a três ($r=3$). O experimento fatorial $2^k r$, sendo $k=4$ e $r=3$, foi gerado através do software *Action®*.

O cálculo do indicador VZ (variável adimensional) é descrito como a quantidade empregada de material sobre a produção. Um exemplo da aplicação prática do VZ é a seguinte: se o VZ do pedido do cliente é de 1120, significa que é preciso empregar 1120 toneladas no início da linha para conseguir 1000 toneladas de produção dentro dos padrões requisitados, sendo 120 toneladas as perdas programadas, sendo que quanto menor o VZ melhor, pois menor é a perda no processo produtivo (CARDOSO, 2016).

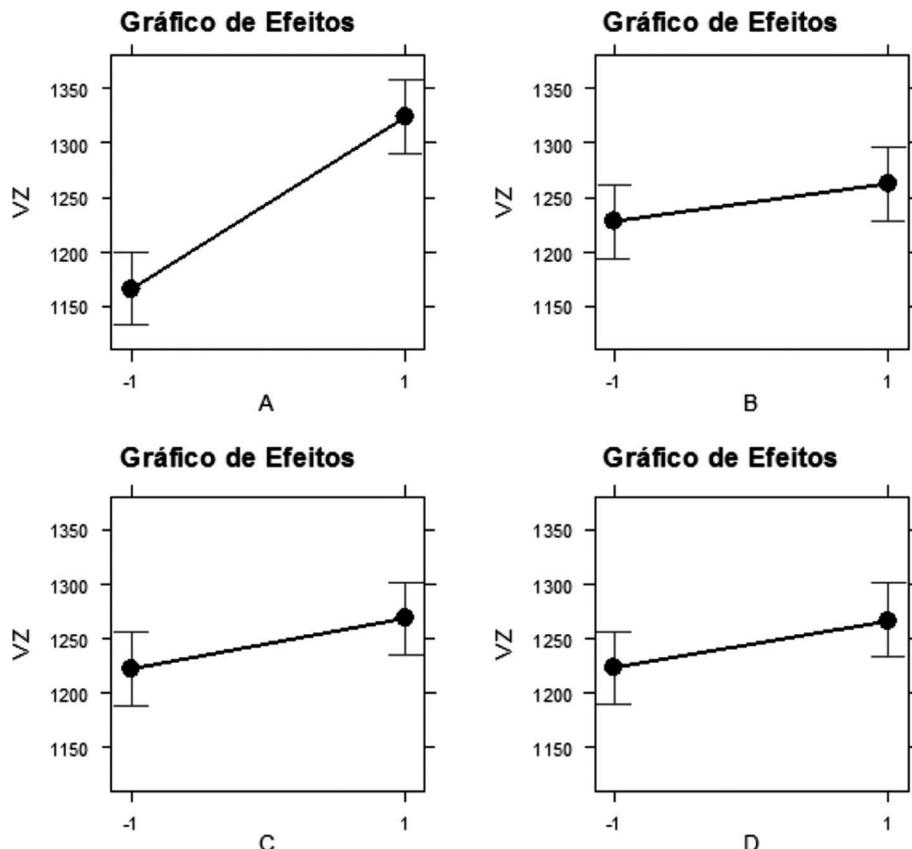
O Fator A é o tipo de aço, que segundo Cardoso (2016) foi classificado em nível alto (o aço denominado LP - *Line Pipe*), destinados à condução de diversos segmentos como, por exemplo, minero-dutos; e nível baixo (o aço denominado OCGT - *Oil Country Tubes Goods*), destinados para a perfuração. A espessura da parede dividiu-se em nível alto (Parede I) as paredes de fabricação do tubo de 6,2mm a 13,06mm, e as paredes de fabricação entre 13,07mm a 35,5mm devem pertencer ao nível baixo (Parede II). Os calibres de tamanho 239mm e 296mm foram considerados o Calibre I e os calibres de tamanho 382mm e 435mm foram considerados o Calibre II. Os tubos produzidos pela empresa estudada podem ser construídos utilizando processos temperados e normalizados (QT), tratado como nível baixo nesta pesquisa, cuja rota é o setor de tratamento térmico; e não-temperado (NQT), colocado neste estudo como nível alto, cuja rota são as linhas acabadoras.

Gráfico de efeitos

O gráfico de efeitos mostra as diferenças entre médias de níveis (que são definidos como a mudança ocorrida na resposta quando se move do nível baixo para o nível alto de um fator), para um ou mais fatores. A reta que apresentar a maior inclinação na Figura 6 é a variável que interfere com maior intensidade na resposta.

Ao analisar os gráficos da Figura 6, que relaciona os fatores estudados com a variável resposta, pode-se observar que a variável A (tipo de aço) possui o maior efeito, pois a linha que conecta as respostas médias para o nível baixo (-) e o nível alto (+) tem maior inclinação, se comparada aos demais efeitos. Também é possível notar que os melhores VZs (próximo de 1000) estão representados pelas variáveis de nível baixo. Então, para ter um melhor desempenho, dever-se-ia utilizar os fatores classificados como de baixo nível: Aço OCTG, Calibre II (382mm e 435mm), Parede II (13,07mm a 35,5mm) e tratamento QT.

Figura 6. Planejamento de experimento factorial completo - gráfico de efeitos.

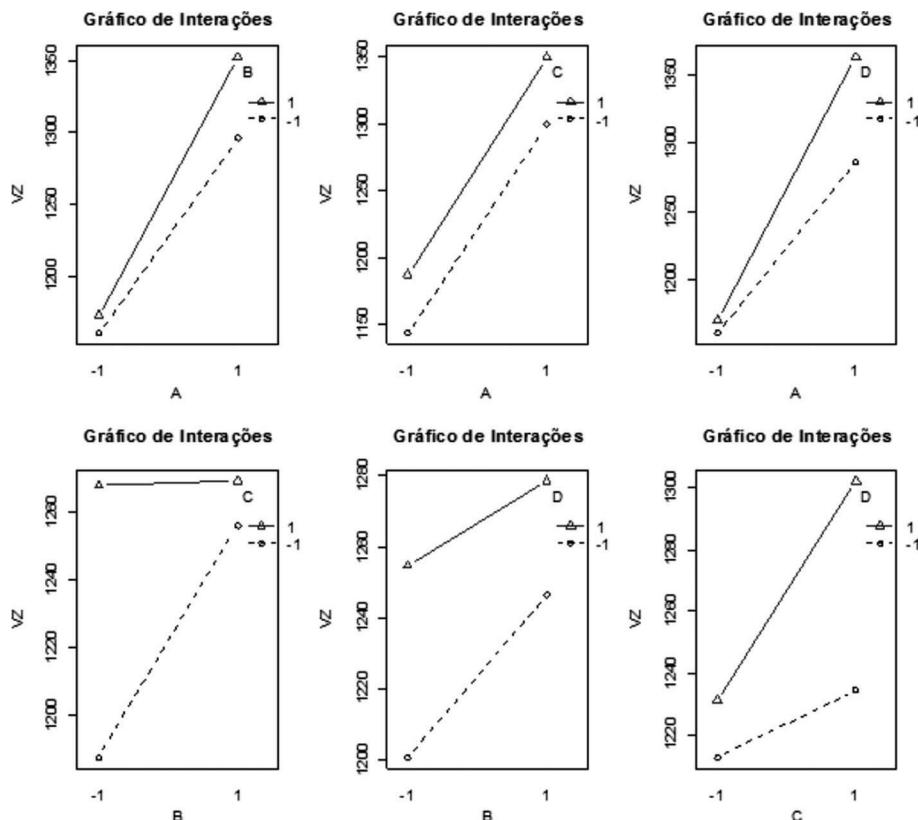


Fonte: Dados da pesquisa.

Avaliação das interações

Quando o efeito de um fator depende do nível de outro fator resulta em interações que são representadas pelo gráfico de interações. A interação entre os fatores está associada à mudança ou diferença de comportamento de um fator nos diferentes níveis do outro fator, com relação à característica de interesse. Quando as retas mostradas nos gráficos de interação são paralelas, ou quase paralelas, significa que não há interações entre os fatores. Baseado nesta premissa é possível notar, na Figura 7, que não há interação entre os fatores analisados, pois não há interseção entre as retas.

Figura 7. Gráficos de Interações - Experimento factorial completo.



Fonte: Dados da pesquisa.

Modelo de regressão Linear

Por meio da Tabela 1, coluna P (p-valor), é possível comprovar que o fator A (Aço), representado na Figura 6, é o que mais influência no resultado final do experimento, e também é o fator que apresenta maior significância, pois o p-valor assumido é menor que 0,05. Para saber qual fator ou efeito é significante, é necessário avaliar o valor do *p-valor*, visualizado na coluna “p-valor” da Tabela 1, comparando-o ao nível de significância. Neste trabalho considerou-se o nível de significância $\alpha = 0,05$.

Dentre os outros fatores, o Tipo de parede (Fator C), por mais que não tenha se destacado nas outras análises se mostrou importante pelo resultado de seu p-valor.

Tabela 1. Avaliação da Tabela ANOVA.

<i>Tabela da Anova</i>					
<i>Fatores</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Estat. F</i>	<i>p-valor</i>
A	1	302736,3333	302736,3333	45,17351795	6,68827E-08
B	1	14421,33333	14421,33333	2,15191336	0,150841335
C	1	25947	25947	3,87174297	0,056635411
D	1	22360,33333	22360,33333	3,336550021	0,07583306
A:B	1	5940,75	5940,75	0,886463061	0,352544578
A:C	1	114,0833333	114,0833333	0,017023214	0,896898984
B:C	1	13400,08333	13400,08333	1,999525126	0,165708203
A:D	1	13940,08333	13940,08333	2,080102503	0,157642205
B:D	1	1430,08333	1430,08333	0,213393267	0,646825476
C:D	1	7350,75	7350,75	1,096859546	0,301749968
Resíduos	37	247960,4167	6701,632883		

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da variância para o modelo fatorial completo estudado também está resumida na Tabela 1, e pode ser usada para confirmação da magnitude dos efeitos principais e das interações. Para testar a significância de cada efeito, comparou-se os valores calculados de Estat. F (penúltima coluna da Tabela 1), com o valor crítico da Distribuição F (Fisher-Snedecor). Adotou-se o nível de significância $\otimes = 0,05$, o grau de liberdade igual a 1 no numerador e igual a 37 no denominador, e o valor de $F_{TAB} = 4,121$.

Na Tabela 2, os coeficientes das variáveis A, B, C, D, A:B, A:C, A:D e C:D são positivos (coluna Estat. t). Com isso é possível concluir que um aumento destes provoca aumento no ganho também nos demais negativos (B:C e B:D). Em relação às demais variáveis (B:C e B:D), como seus coeficientes são negativos, concluímos que no intervalo da análise, um aumento deles provoca uma diminuição no ganho dos outros positivos.

Tabela 2. Valores dos Coeficientes.

<i>Coeficientes</i>					
<i>Predictor</i>	<i>Efeitos</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat.t</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto		1245,125	11,81597866	105,3763751	1,81591E-47
A	158,83333333	79,41666667	11,81597866	6,721124753	6,68827E-08
B	34,66666667	17,33333333	11,81597866	1,466940135	0,150841335
C	46,5	23,25	11,81597866	1,967674508	0,056635411
D	43,16666667	21,58333333	11,81597866	1,826622572	0,07583306
A:B	22,25	11,125	11,81597866	0,941521673	0,352544578
A:C	3,0833333333	1,541666667	11,81597866	0,130473041	0,896898984
B:C	-33,4166667	-16,70833333	11,81597866	-1,414045659	0,165708203
A:D	34,08333333	17,04166667	11,81597866	1,442256046	0,157642205
B:D	-10,9166667	-5,458333333	11,81597866	-0,461945091	0,646825476
C:D	24,75	12,375	11,81597866	1,047310625	0,301749968

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 3, R^2 é uma medida percentual que explica o modelo, ou seja, ele relata a fração da variabilidade da série que o método encontrado consegue explicar. Um valor R^2 próximo de zero indica um modelo de ajuste pobre, enquanto um valor próximo à unidade indica um bom ajuste. Para o R^2 na Tabela 3 foi obtido o valor de 62,17%, indicando um ajuste não muito bom, mas considerável.

Tabela 3: Análise de Confiabilidade.

Desvio Padrão dos Resíduos			
Desvio Padrão dos Resíduos	Graus de Liberdade	R^2	R^2 Ajustado
81,86350153	37	0,62178166	0,519560487

Fonte: Dados da pesquisa.

O modelo matemático foi gerado utilizando-se os fatores mais significativos estatisticamente, sendo que A é o Aço, C é a Parede, e podem ser vistos na coluna “Estimativa” da Tabela 2. Sendo assim a equação de regressão linear múltipla é:

$$VZ = 1245 + 79 \cdot A + 23 \cdot C + \varepsilon$$

Ao final da expressão tem-se o erro experimental ε . Não foram utilizados os demais dados, pois as interações entre os fatores não mostraram significância estatística.

CONCLUSÃO

Diante dos objetivos propostos, pode-se observar que a ferramenta estatística Planejamento e Análise de Experimentos por meio do software *Action®* demostrou um bom desempenho para análise de efeitos e interações de um problema real. Dentre as variáveis estudadas, o tipo de ação tem o maior impacto no processo de laminação estudado, segundo os gráficos de efeitos, e não existe interação entre os parâmetros abordados na variável resposta, segundo o gráfico de interações.

Com a bibliometria foi possível apresentar uma análise quantitativa sobre a dinâmica e evolução da informação científica no Brasil, relacionada ao método Planejamento de Experimentos (DOE). Para isso, realizou-se uma análise bibliométrica a respeito do tema em publicações nacionais, a partir de buscas no Portal de Periódicos da Capes, Google Acadêmico e Google.

Através do estudo bibliométrico, onde foram encontrados cento e doze obras, de acordo com os métodos especificados para a pesquisa, pode-se concluir que o Experimento Fatorial é um tema ainda não muito abordado, apresentando um aumento gradativo no número de publicações nos últimos anos. Os gráficos mostraram que a Engenharia Química apresenta-se como um dos maiores usuários da ferramenta, seguida da Engenharia de Produção. O ano de 2014 foi o que obteve um número maior de publicações se comparado aos de 2000 à 2016. De acordo com a pesquisa o número de publicações em revistas, BDTD e congressos apresentaram porcentagens próximas.

A fundamentação teórica levantada destacou a importância da aplicação da técnica de experimento fatorial em problemas industriais e que também exige tempo e dedicação para identificar e analisar parâmetros de um modelo de regressão dentro da indústria. A ferramenta de planejamento fatorial pode ser utilizada em todas as áreas de estudo.

O experimento foi realizado com o tipo Fatorial Completo, utilizou-se três replicações, com quatro fatores, dois níveis, e com as corridas aleatorizadas. Depois de analisadas as variáveis do processo, chegou-se à

conclusão que o fator que mais influencia no processo é o tipo de aço, e não há interação entre as demais variáveis. Além disso, na tabela ANOVA pode-se encontrar a fração da variabilidade, por meio da análise de variância, através do coeficiente de determinação R^2 , o coeficiente que determina o quanto a variável resposta é explicada pelo modelo, sendo este de 62,17%, indicando um ajuste não muito bom, mas considerável, e que ainda podem existir outros fatores que influenciam no processo e que não foram considerados.

O uso do DOE pode indicar soluções para determinados problemas de desenvolvimento e monitoramento de um produto/processo. Com a utilização de técnicas apropriadas de estatísticas, é possível resolver problemas experimentais de forma consideravelmente simples e eficiente, reduzindo assim a possibilidade de insucesso. Pôde-se concluir também, que é possível montar um modelo de regressão caracterizando o indicador VZ com os fatores Aço e a Parede do tubo. Recomenda-se incluir outros parâmetros dentro da análise, para se possível encontrar uma confiabilidade maior no modelo matemático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUTTON, S. T. *Metodologia para planejamento experimental e análise de resultado*. Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas, 2012. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~sergio1/pos-graduacao/IM317/apostila.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

CARDOSO, Gabriela Rezende. *Avaliação da influência de parâmetros produtivos da laminação a quente no indicador de rendimento metálico do processo de produção de tubos de aço sem costura na vallourec & sumitomo tubos do brasil*. 92 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Congonhas, 2016.

DRUMOND, Juliovany. *Aplicação do planejamento de experimentos na indústria siderúrgica*. 100 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville - SC, 2008.

GALDÁMEZ, Edwin Vladimir Cardoza. *Aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos na melhoria da qualidade de um processo de fabricação de produtos plásticos*. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

MONTGOMERY, D. C. *Design and Analysis of Experiments*. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 2001, 684 p.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C. *Probabilidade para Engenheiros*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PEREIRA-FILHO, Edenir R.; POPPI, Ronei J.; ARRUDA, Marco AZ. Emprego de planejamento fatorial para a otimização das temperaturas de pirólise e atomização de Al, Cd, Mo e Pb por ETAAS. *Química Nova*, v. 25, n. 2, p. 246-253, 2002.

ZAPPELINO, Bruna de Freitas. *Aplicação de planos fatoriais 2^k com auxílio de simulação computacional no processo de calibração de carcaças de motores elétricos*. Joinville - SC: [s.n.], 2015.

PRODUTOS CERÂMICOS À BASE DE REJEITO DE MINÉRIO: PARA ONDE VAMOS?

*Camila G. Castro¹, Guilherme Alcantara², Camila Peixoto³,
Lucas Henrique Maria⁴, Vitor Alves⁵*

Resumo: Apresentando estudos sobre a importância do aproveitamento de rejeitos da mineração, principalmente na fabricação de produtos cerâmicos, tem-se o objetivo deste trabalho de desenvolver cenários para estes produtos, observando a tendência dos mesmos com o uso do *roadmap*. Com esta ferramenta foi desenvolvido um panorama mostrando o estado da técnica na pesquisa do reaproveitamento de rejeitos, propondo novas perspectivas para a fabricação de produtos cerâmicos e servindo de guia para pesquisas futuras. Apresenta-se aqui bibliometria sobre o tema, referencial teórico, a construção do *roadmap*, os resultados de cada etapa do mesmo e a conclusão.

Palavras-chave: Aproveitamento de rejeitos. Produtos cerâmicos. Roadmap.

INTRODUÇÃO

A atividade de mineração se apresenta atualmente, como uma das atividades mais primárias mais importantes para o processo de fabricação de diversos produtos. Movimentando cerca de 1,4% PIB industrial do Brasil em 2017 a atividade de mineração emprega diretamente mais de 180 mil pessoas (IBRAM, 2018).

Embora a mineração promova benefícios consideráveis, em termos econômicos e até mesmo sociais, os resíduos dessa atividade ainda não é corretamente destinado, sendo, portanto, na maioria dos casos, depo-

¹ Professora do Departamento de Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: camila.castro@ifmg.edu.br

² Aluno do bacharelado em Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: g.alcantara@live.com

³ Aluna do do bacharelado em Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: camilapeixoto94@hotmail.com

⁴ Aluno do bacharelado em Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: lucashm1996@gmail.com

⁵ Aluno do bacharelado em Engenharia de Produção do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: vitorsalves13@gmail.com

sitado em barragens. A medida que o minério é extraído em ordem de atender uma demanda mundial, um crescente volume de massa residual é disposto nas barragens.

Luz, Sampaio e França (2010) destacam ainda que a depender do mineral a ser extraído, a quantidade de resíduos industriais gerados pode ser maior de acordo com sua concentração encontrada no ROM (*Run of mine*) e a demanda solicitada pelo mercado. Chalkley *et al.*, (1989) citado por Wills e Napier-Munn (2006) aborda sobre as consequências disso, o qual, além de provocar uma poluição visual, constitui um problema ambiental em que o principal contaminante são os metais pesados e demais reagentes utilizados em processos subsequentes, que são, sobretudo, depositados em forma de lama juntamente com a água utilizada no processo.

Uma vez que um acidente com barragens, a depender de suas proporções, pode configurar uma catástrofe natural, como o rompimento da barragem em Mariana, ocorrido em 2015 (GLOBO, 2015), ações no sentido de reduzir os riscos de um acidente, ou até mesmo, promover uma nova destinação aos rejeitos do setor mineral se fazem necessários.

Objetivando resolver o problema de disposição de rejeitos em barragens e seu potencial risco à população, fauna e flora adjacente, vários trabalhos foram desenvolvidos, como por exemplo os de Soares e Pereira (2004), Casagrande, *et al.*, (2008) e Morini, *et al.*, (2016). Essas obras propõem uma nova destinação ao rejeito, sendo este destinado à fabricação de produtos cerâmicos. Além disso, essa proposta é perfeitamente viável, conforme mostra o estudo de Casagrande *et al.*, (2008), onde as plantas de fabricação de produtos cerâmicos não apresentam necessidade de modificações nos leiautes fabris.

Logo, observando uma futura necessidade de fabricar produtos com rejeitos de mineração, proporcionando um novo fim a tais resíduos, esse artigo observa uma nova tendência para com os produtos cerâmicos. A fim de elucidar essa nova perspectiva, traduz-se como objetivo dessa obra a elaboração de um *roadmap* sobre produtos cerâmicos produzidos à base de rejeitos minerais. Além disso, dado a relevância do tema em estudo, esta obra visa, também, (i) contribuir com o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias fomentando mais trabalhos de maneira que a previsão proposta se concretize; (ii) discorrer acerca dos benefícios e investimento em produtos cerâmicos fabricados à base de rejeitos de mineração, perpassando pelas esferas que o *roadmap* contempla e; (iii) fornecer previsões sobre o tema estudado para os próximos 5 anos.

Devido ao fato da produção de produtos cerâmicos feitos à base de rejeitos minerais ainda não ser efetivamente aplicada, conquanto viável, constatou-se, por meio de um estudo bibliométrico, a carência de trabalhos e projetos acerca do contexto proposto, o qual o *roadmap* nesse assunto pode-se adequar e contribuir para a academia de maneira a realizar um registro temporário das perspectivas esperadas para o assunto nos próximos anos. De maneira a ilustrar tal necessidade, observa-se a Tabela 1.

Tabela 1. Resultados do Estudo Bibliométrico.

		Em: Science Direct, Scielo, Scopus e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações		
	Contendo	Quantidade total de dissertações, artigos, livros e recursos textuais	Quantidade de artigos	%
Todos os campos	Mineral wastes	2064	1649	80%
	Rejeitos minerais	4	2	50%
	Ceramic products	11184	8719	78%
	Produtos cerâmicos	104	17	16%
	<i>Roadmap</i>	166491	91561	55%
No resumo	Mineral wastes	387	277	72%
	Rejeitos minerais	0	0	0%
	Ceramic products	1544	1183	77%
	Produtos cerâmicos	0	0	0%
	<i>Roadmap</i>	16724	7395	44%
No título	Mineral wastes	150	109	73%
	Rejeitos minerais	1	0	0%
	Ceramic products	350	282	81%
	Produtos cerâmicos	9	1	11%
	<i>Roadmap</i>	5107	2265	44%

		Em: Science Direct, Scielo, Scopus e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações		
	Contendo	Quantidade total de dissertações, artigos, livros e recursos textuais	Quantidade de artigos	%
Nas palavras-chaves	Mineral wastes	86	57	66%
	Rejeitos minerais	0	0	0%
	Ceramic products	6503	4916	76%
	Produtos cerâmicos	2	1	50%
	<i>Roadmap</i>	4817	1588	33%
Todos os campos	Mineral wastes e ceramic products	31	23	74%
	Rejeitos minerais e produtos cerâmicos	0	0	0%
	Mineral wastes e <i>roadmap</i>	11	4	36%
	Rejeitos minerais e <i>roadmap</i>	0	0	0%
	Ceramic products e <i>roadmap</i>	29	14	48%
	Produtos cerâmicos e <i>roadmap</i>	0	0	0%
No resumo	Mineral wastes e ceramic products	1	1	100%
	Rejeitos minerais e produtos cerâmicos	0	0	0%
	Mineral wastes e <i>roadmap</i>	0	0	0%
	Rejeitos minerais e <i>roadmap</i>	0	0	0%
	Ceramic products e <i>roadmap</i>	1	1	100%
	Produtos cerâmicos e <i>roadmap</i>	0	0	0%
No título	Mineral wastes e ceramic products	0	0	0%
	Rejeitos minerais e produtos cerâmicos	0	0	0%
	Mineral wastes e <i>roadmap</i>	0	0	0%
	Rejeitos minerais e <i>roadmap</i>	0	0	0%
	Ceramic products e <i>roadmap</i>	0	0	0%
	Produtos cerâmicos e <i>roadmap</i>	0	0	0%

		Em: Science Direct, Scielo, Scopus e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações		
	Contendo	Quantidade total de dissertações, artigos, livros e recursos textuais	Quantidade de artigos	%
Nas palavras-chaves	Mineral wastes e ceramic products	0	0	0%
	Rejeitos minerais e produtos cerâmicos	0	0	0%
	Mineral wastes e <i>roadmap</i>	0	0	0%
	Rejeitos minerais e <i>roadmap</i>	0	0	0%
	Ceramic products e <i>roadmap</i>	1	1	100%
	Produtos cerâmicos e <i>roadmap</i>	0	0	0%
Mineral wastes, ceramic products e <i>roadmap</i>	Todos os campos	0	0	0%
	No resumo	0	0	0%
	No título	0	0	0%
	Nas palavras-chave	0	0	0%
Rejeitos minerais, produtos cerâmicos e <i>roadmap</i>	Todos os campos	0	0	0%
	No resumo	0	0	0%
	No título	0	0	0%
	Nas palavras-chave	0	0	0%
	Total	215601	120066	56%

Fonte: Elaborado pelos autores.

A pesquisa bibliométrica resumida no quadro acima foi realizada considerando todos os anos de publicação das bases de dados consultadas. Destaca-se pelo estudo bibliométrico que não há trabalhos publicados contendo as palavras chaves “rejeitos minerais”, “produtos cerâmicos” e “*roadmap*”, tanto em português quanto em inglês. Dessa forma, evidencia-se ainda mais a importância desse trabalho.

REFERENCIAL TEÓRICO

Produtos Cerâmicos

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica (2016), materiais cerâmicos são produtos inorgânicos, não metálicos, normalmente obtidos depois de processamento a altas temperaturas.

Normalmente, os produtos cerâmicos são obtidos a partir de matéria-prima argilosa com adição de aditivos, para melhoria das características do produto, como resistência mecânica, química, térmica, a fratura e a fadiga. Cabe ressaltar que podem ser empregados rejeitos, ou seja, resíduos de outras atividades, como os da mineração. Porém, de acordo com Menezes *et al.*, (2007, p. 192), “inserção dos resíduos num ciclo produtivo deve representar uma opção de recuperação alternativa desses materiais, que é interessante tanto no aspecto ambiental, como no econômico”. Desse modo, a produção de cerâmicas representa uma alternativa viável para a utilização de rejeitos.

Ainda de acordo com a Associação Brasileira de Cerâmica (2017), os produtos cerâmicos podem ser divididos em segmentos com as mesmas características, propriedades e matérias-primas. São eles:

- Cerâmica vermelha: apresenta óxido de ferro em abundância, de onde surge a cor avermelhada. Compreende os produtos empregados na construção civil, como tijolos, telhas e manilhas, e também argila expandida (agregado leve), utensílios domésticos e enfeites;
- Materiais de revestimento: são os materiais utilizados na construção civil para revestimento de pavimentos, pisos, bancadas e paredes, como azulejos, ladrilhos, placas e pastilhas;
- Cerâmica branca: compreende produtos compostos por um corpo branco e normalmente recobertos por uma camada vítreia transparente, sendo assim agrupados pela cor branca de massa, necessária por razões técnicas ou estéticas. São classificados em louça sanitária, louça de mesa, utensílios domésticos e enfeites, isoladores elétricos para linhas de distribuição e transmissão e cerâmica técnica utilizada para várias finalidades, como química, elétrica, térmica e mecânica;
- Cerâmica refratária: composto por produtos cerâmicos que tem por finalidade suportar altas temperaturas nas condições específicas de

processo e de operação dos equipamentos na indústria, como ataques químicos e variações ríspidas de temperaturas;

- Cerâmica tecnológica: produtos cerâmicos feitos a partir de matérias-primas sintéticas de grande pureza e por meio de processos com alto controle. Podem ser classificados de acordo com sua função eletrônica, magnética, química, nuclear, mecânica, biológica, térmica e óptica. São utilizados em segmentos que exigem alta tecnologia, como naves espaciais, centrais nucleares, implantes em seres humanos, ferramentas de corte e satélites.

Nesse sentido, há na literatura vários estudos que evidenciam o uso de rejeitos na composição de produtos cerâmicos tradicionais, como telhas, blocos e revestimentos, que além de representar uma alternativa sustentável, evita o seu descarte e confere ao produto melhorias nas suas características. Desse modo, conforme Menezes, Neves e Ferreira (2002), a indústria cerâmica se destaca no aproveitamento de resíduos devido à sua capacidade de neutralizar e estabilizar rejeitos tóxicos, bem como absorver vários tipos, sejam eles urbanos ou industriais.

Entre os estudos que mostram as possibilidades do uso de rejeitos de mineração na indústria cerâmica, está o de Rodrigues *et al.*, (2014), que utilizando rejeito da mineração de manganês das minas da Vale em Carajás, mostrou que a sua incorporação na massa de cerâmica argilosa, atua como fundente, e ainda melhora propriedades do material, pois diminui a porosidade e absorção de água e aumenta a resistência mecânica das peças cerâmicas. Ainda de acordo com Castro (2011), o uso da lama gerada pela mineração de manganês apresenta outras vantagens técnicas, como o efeito de escurecer a massa cerâmica, o que pode possibilitar a personalização das cores de seus produtos, e pode até produzir cerâmicas de mais baixa densidade, quando se faz queima a menores temperaturas, impactando assim, no peso das construções.

Teixeira (2017), realizou estudos que mostraram a viabilidade técnica da utilização de rejeitos da mineração de esteatita (pedra-sabão) na produção de materiais cerâmicos, como tijolos, blocos e telhas. Os resultados apontam que para cerâmicas queimadas a temperaturas de 900 a 1000 °C, com adição de 30% de rejeito, há melhorias consideráveis na resistência à flexão.

Nociti (2012) realizou estudos que mostraram a viabilidade de adicionar uma quantidade específica de rejeito arenoso e de lama derivado da mineração de ferro na massa cerâmica com argila e carvão vindos da região de Guaratinguetá, em São Paulo, conservando sua trabalhabilidade e minimizando impactos ambientais. Constatou-se que, utilizando o processo de extrusão, é adequada a utilização de 7,5% de rejeito arenoso ou 5,0% de rejeito lama, o qual em termos de tempo de processamento e economia financeira o uso do rejeito arenoso tem maior viabilidade, pois não necessita de moagem como o de lama, que deve ser secado e moído. Desse modo, o uso desses rejeitos é indicado em cerâmicas de vedação, na medida em que não alteram de forma significativa as propriedades, como porosidade, absorção e densidade, além de atingir os valores de módulo de ruptura coerentes com as normas brasileiras.

Considerando as viabilidades técnicas para a produção da cerâmica a partir do rejeito de minério, o próximo tópico explora uma ferramenta capaz de projetar cenários futuros, podendo ser de considerável relevância para o contexto da mineração.

Roadmap

Diante do panorama de competitividade e incertezas, a gestão de tecnologia se faz importante no auxílio do planejamento estratégico, pois permite prever mudanças, de maneira que decisões possam ser tomadas minimizando riscos (MERQUIOR, 2007). Portanto, a construção de cenários prospectivos pode propiciar uma visão global e identificar oportunidades no mercado.

Borschiver e Silva (2016, p. 30) definem a análise prospectiva como “o conjunto de atividades e métodos para antever o comportamento de variáveis socioeconômicas, políticas, culturais e tecnológicas, bem como o efeito de suas interações”. Para os autores, esses estudos prospectivos são caracterizados por sua multi e interdisciplinaridade, e devem ser flexíveis para mudanças apoiando na administração de incertezas.

Nesse contexto, o *roadmap* é uma ferramenta de prospecção tecnológica que objetiva alinhar objetivos organizacionais e recursos tecnológicos, proporcionando a análise do ambiente, o monitoramento de concorrentes ao longo do tempo, estabelecendo tendências de mercado (BORS-

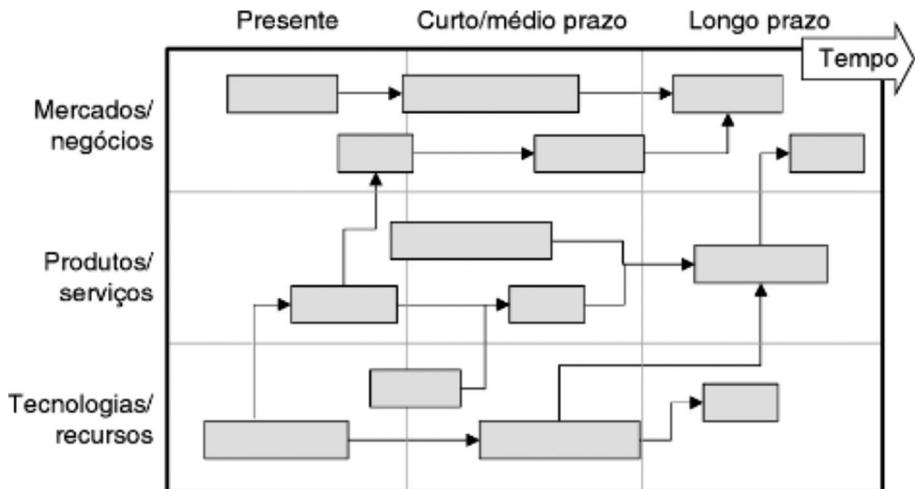
CHIVER; SILVA, 2016). Segundo Oliveira *et al.*, (2012) o processo de *roadmapping* é uma abordagem que contribui no gerenciamento de planos de inovação, através da utilização de uma arquitetura gráfica que traz vantagens competitivas às partes envolvidas.

Coutinho e Bomtempo (2010) retratam que os *roadmaps* são mapas estratégicos, baseados no tempo, que buscam integrar diferentes visões, relacionando aspectos relevantes do negócio e perspectivas comerciais e tecnológicas, enfatizando a interação e sinergia entre os participantes.

Para elaboração do *roadmap*, Borschiver e Silva (2016) dividiram o processo em etapas para sistematizar o procedimento e garantir o alcance dos objetivos finais. A primeira etapa consiste na busca preliminar sobre o assunto em questão, para que se tenha coerência na definição da abordagem da pesquisa. A próxima etapa é definida pela pesquisa mais aprofundada e orientada de documentos, conforme visto anteriormente, sendo que esses dados são analisados e organizados de forma a facilitar a montagem do *roadmap*. Na última etapa, as informações coletadas são estruturadas de forma gráfica, destacando os aspectos mais relevantes e a inter-relação entre os dados. Os autores também constatam que para aplicação desse método é preciso definir o formato do *roadmap*, indicando os eixos que irão compor o mapa final, e a dinâmica na qual o processo será conduzido, determinando as ferramentas que serão utilizadas, como por exemplo o *benchmarking* e análise de patentes.

Segundo Oliveira *et al.*, (2012) a flexibilidade do processo de *roadmapping* permite a modificação de acordo com os objetivos e âmbito da aplicação, logo as informações disponíveis e as decisões tomadas determinam o preenchimento do mapa gráfico. Na Figura 1 o autor apresenta uma arquitetura genérica de *roadmap*, composta por camadas no eixo vertical, que incorporam informações sobre mercados, negócios, produtos, serviços, tecnologias e recursos, e no eixo horizontal, considera-se o intervalo de tempo desde o momento presente e os períodos de curto/médio e longo prazo, relacionando os elementos dessas camadas para criar caminhos estratégicos.

Figura 1. Arquitetura genérica de *roadmap*.



Fonte: Oliveira *et al.*, (2012).

Phaal, Farrukh e Probert (2004) descrevem as características dessas camadas, sendo:

- As camadas superiores (“*know-why*”) são direcionadas ao propósito das inovações e as abordagens que as influenciam, podendo conter perspectivas internas e externas;
- As camadas intermediárias (“*know-what*”) focam no valor desenvolvido e entregue pela organização, bem como no trajeto para concretização das aspirações e necessidades do mercado, fazendo um elo entre o objetivo final e os recursos disponíveis;
- As camadas inferiores (“*know-how*”) compreendem os recursos que serão adotados para alcançar a demanda prevista, incluindo as tecnologias.

Borschiver e Silva (2016) também descrevem uma outra camada (“*to do*”) responsável por definir o plano de ação, riscos e estratégias de investimentos.

Os *roadmaps* propiciam benefícios como gerenciamento de dados, planos de produto em alto nível, com visão estratégica clara, de forma a facilitar a tomada de decisão, revelando lacunas, incertezas e desafios de

estratégia a longo prazo. A natureza visual da ferramenta gera uma visão estratégica do futuro que auxilia na discussão, compartilhamento de informações, tomada de decisões e plano de ações, já a flexibilidade da ferramenta permite sua utilização em diferentes contextos. Com relação às organizações, o processo de *roadmapping* contribui para a orientação, avaliação e monitoramento do ambiente e de tecnologias específicas (COUTINHO; BOMTEMPO, 2010).

Para Phaal, Farrukh e Probert (2004) o *roadmapping* é uma técnica importante pois fornece vínculos entre recursos tecnológicos e drivers de negócios além de demonstrar lacunas de mercado, produto e tecnologia que permitem uma visão extensa do ambiente de negócios, elaboração de estratégias e priorização de investimentos. O autor ainda destaca o benefício da comunicação associada ao processo de criação do *roadmap*, que proporciona o compartilhamento de informações, experiências e ideias.

Outro benefício adicional, segundo Garcia e Bray (1997) é que o *roadmapping* pode ser utilizado como ferramenta de *marketing*, já que por meio dos resultados dessa técnica uma organização pode mostrar aos clientes que comprehende e tem acesso ou capacidade para desenvolver as tecnologias necessárias para atender às suas demandas.

Alguns autores utilizaram o processo de *roadmapping* como forma de identificar perspectivas acerca de suas pesquisas. Coelho e Borschiver (2016) criaram um *roadmap* com o objetivo de mapear tendências tecnológicas e mercadológicas da produção do ácido levulínico a partir de biomassa lignocelulósica. Aplicando esse método as autoras observaram a existência de uma rede relacional entre universidade, governo e indústria, a importância de clusters de parcerias para o compartilhamento de informações e conhecimentos que auxiliam no desenvolvimento de tecnologias, bem como identificaram players que estariam direcionando seus esforços em pesquisas de alternativas para a produção do ácido levulínico.

Lee, Phaal e Lee (2013) apresentaram um processo de *roadmapping* integrado para serviços, dispositivos e tecnologias capaz de auxiliar na implementação de um projeto de desenvolvimento urbano inteligente na Coréia. Por meio desse estudo os autores elaboraram roteiros que forneceram uma visão abrangente das tendências atuais e futuras para o desenvolvimento das cidades inteligente na Coréia, servindo como uma importante ferramenta estratégica de recursos que possibilita o reconhe-

cimento dos melhores meios, baseados em trajetórias tecnológicas, para outros empreendimentos urbanos.

Coutinho e Bomtempo (2010) relataram e discutiram o conteúdo da construção de um *roadmap* com foco em matérias primas renováveis. Os autores destacaram em seus estudos a importância da interação entre a universidade e empresas no enriquecimento da visão a longo prazo fornecida pela técnica, bem como da contribuição para o processo de elaboração de estratégias e políticas articuladas em prol do segmento estudado, corroborando parcialmente com os resultados de Coelho e Borschiver (2016).

Alves (2010), por sua vez realizou um estudo de caso que analisou a utilização do *roadmapping* de forma integrada a metodologia de Engenharia Reversa, aplicado ao processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa de base tecnológica. A partir dos resultados foi possível utilizar as informações obtidas com o *roadmap* para estabelecer critérios para seleção de produtos para a realização do processo de engenharia reversa. A integração dessas abordagens propiciou a criação de um produto, em tempo reduzido, com tecnologias e características funcionais aperfeiçoadas no que diz respeito ao seu referencial, focado nas demandas do mercado e com maior vantagem competitiva.

METODOLOGIA

Esta pesquisa delineou-se como uma pesquisa participante, em que, para Gil (2007) e Severino (2010), permite que por meio das vivências dos pesquisadores, esses possam debater sobre um tema previamente definido registrando descritivamente as considerações ao longo do desenvolvimento do estudo. Consoante Minayo (2002 p. 59) nesse tipo de pesquisa, “o observador, enquanto parte do contexto de observação, estabelece uma relação face a face com os observados”.

Metodologia de Pesquisa Participante

Visando a elaboração do *roadmap* sobre produtos cerâmicos produzidos à base de rejeitos minerais, a construção deste se deu conforme as seguintes etapas:

- 1) Ampliar os conhecimentos do assunto com um estudo bibliométrico.
 - a) Aumentar a base de dados buscando artigos, dissertações e patentes, no Google Acadêmico, Portal CAPES e bases nacionais de pesquisa de patentes como o INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial.
- 2) Levantamento Bibliográfico dos temas:
 - a) Impactos ambientais da mineração, os malefícios gerados pela extração do minério;
 - b) Produtos cerâmicos, os tipos existentes e tecnologias envolvidas;
 - c) Caracterização do rejeito de minas da região do Alto Paropeba e Campo das Vertentes;
 - d) Olarias da referida região, para uma possível parceria e pesquisas de aceitação dos produtos fabricados com rejeito de mineração;
 - e) Processo de fabricação das cerâmicas;
 - f) Viabilidade da utilização de rejeitos na produção de cerâmica;
 - g) Patentes sobre as máquinas utilizadas na fabricação de produtos cerâmicos;
 - h) Também foi pesquisado o reaproveitamento de outros materiais para fabricação de outros produtos;
 - i) Procura de conceitos sobre *roadmap*.
- 3) *Brainstorming*
 - a) Decisão de separar o *roadmap* por ano e por categoria;
 - b) Horizontalmente, foi separado em 7 partes segregadas cronologicamente, sendo o ano atual considerado os dois semestres e um ano completo para os anos posteriores: 2017.1, 2017.2, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022;
 - c) Verticalmente, foi separado em 4 categorias: Mercados; Produto/Processo; Tecnologias/Competências/Conhecimento e Habilidades/Parcerias/ Infraestrutura/ Ciência/Finanças/Projeto de pesquisa e desenvolvimento;
 - d) Apresentação do *roadmap* para doutores e *brainstorming* para proposição de melhorias no projeto.

DESENVOLVIMENTO

Para a execução do *roadmap* foram necessárias três semanas, aproximadamente, considerando um grupo de 4 pessoas discutindo sobre o tema em questão. As subseções descrevem o processo supracitado.

Levantamento Bibliométrico

Conforme as pesquisas feitas, constatam-se que existe uma viabilidade dos projetos de utilização de rejeito para fabricação de produtos cerâmicos. Rodrigues *et al.*, (2014) e Castro (2011) demonstraram que há também a possibilidade de melhorar as características de tais produtos, como resistência mecânica, diminuição da absorção de água, isolamento térmico e acústico.

Por outro lado, há um problema de aceitação no mercado devido aos aspectos visuais e químicos do produto. É importante obtemperar que o diferente aspecto visual do produto ocorre devido à composição química desse. Além disso, essas pesquisas corroboram que a matéria prima é inerte, portanto, não acarreta em malefícios para a saúde humana (MENEZES, NEVES e FERREIRA, 2002).

Em consequência, conclui-se por meio desses estudos que o mercado de aproveitamento de rejeitos possui um grande potencial a ser explorado, propiciando, portanto, o desenvolvimento de novos produtos utilizando o rejeito de minério.

Após o levantamento das informações, iniciou-se a estruturação do *roadmap* definindo o conteúdo das linhas e colunas. Foi decidido que nas linhas ficariam os intervalos de tempo e nas colunas as categorias analisadas durante a pesquisa.

Elaboração do Roadmap

Como descrito na metodologia o intervalo de tempo analisado no *roadmap* foi dividido em sete períodos, que compreende de 2017 a 2022, sendo que o primeiro ano foi particionado em seus respectivos semestres para contemplar parte da pesquisa. A elaboração do *roadmap* teve início pelo ano de 2022, traçando os objetivos finais que pretendia-se alcançar

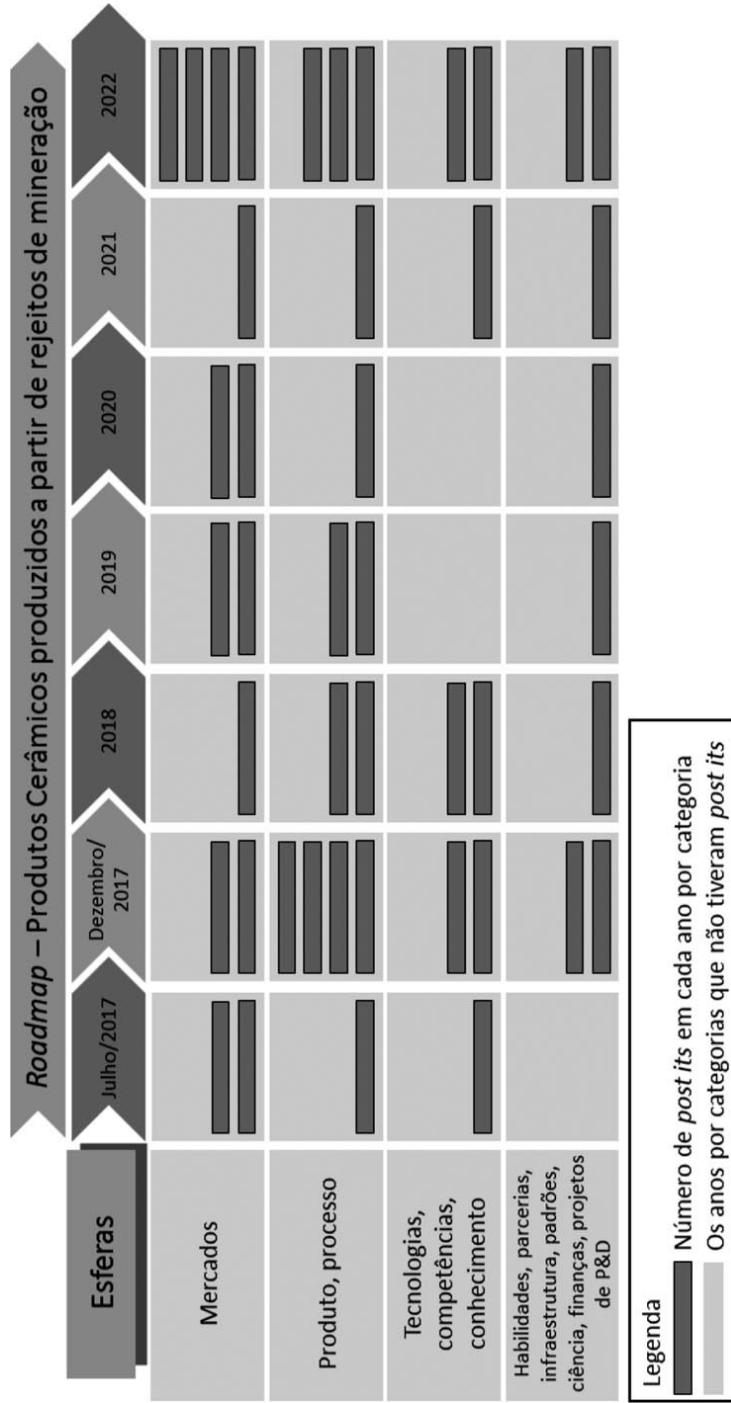
com o projeto e desdobrando-se ideias e propondo ações para os anos anteriores.

Para a elaboração do *roadmap* foi utilizado um papel pardo. Nele foram desenhados as esferas a serem analisadas em linhas: (i) mercados; (ii) produto, processo; (iii) tecnologias, competências e conhecimento; (iv) habilidades, parcerias, infraestrutura, padrões, ciências, finanças, projetos e P&D. Os períodos supracitados compuseram as colunas do quadro, seguindo, portanto o formato proposto por Oliveira *et al.*, (2012). As categorias de análise seguem:

- a) Mercados: Tendências para o mercado de produtos cerâmicos produzidos à base do rejeito de minério e sua aceitação pelo mercado;
- b) Produto/Processo: Possíveis modos de fabricação do produto, normas e especificações;
- c) Tecnologias/Competências/Conhecimento: Possibilidades de estudos na área, tanto para melhorar a qualidade e as propriedades dos produtos cerâmicos quanto às competências da mão-de-obra;
- d) Habilidades/Parcerias/Infraestrutura/Ciência/Finanças/Projeto de pesquisa e desenvolvimento: Melhora do meio ambiente, projetos que podem ser feitos para minimizar o custo financeiro e energético, parcerias com mineradoras e possíveis *startups* e unidades fabris sustentáveis com os materiais cerâmicos que serão desenvolvidos;

Para o preenchimento do *roadmap*, foram utilizados *post its*, permitindo que uma ideia, antes classificada em determinado campo, ser remanejada para outros, conforme discussão entre os membros do grupo. As ideias foram registradas consoante as informações adquiridas e discutidas durante as pesquisas nas reuniões semanais. Os *post its*, foram dispostos conforme a Figura 2, para melhor organização e compreensão dos panoramas futuros.

Figura 2. *Roadmap* elaborado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme a Figura 2, nota-se que alguns por categorias não tiveram *post its*. Não foi possível identificar no momento tendências ou ações para estas categorias no períodos definidos. No Quadro 1 apresenta-se os principais pontos destacados do *roadmap*:

Quadro 1: Principais pontos destacados no *roadmap*.

Ano	Descrição
2022	Produtos fabricados com rejeito de mineração completamente aceitos no mercado, maior conscientização da população quanto o aproveitamento do rejeito.
2021	Consórcios modulares em empresas mineradoras, fabricando os produtos de rejeito de mineração inseridos no mercado do ano predecessor. Espera-se também, maior tecnologia e mão-de-obra qualificada na produção desses.
2020	Devido à uma maior aceitação dessa linha de produtos, as normas de produção e controle de qualidade deverão ser avaliadas regularmente para que se mantenha sempre segurança dos operários e a elevada qualidade. Espera-se também unidades fabris construídas com os produtos de rejeito de mineração.
2019	Aceitação considerável do produto no mercado, além do desenvolvimento de outros produtos, também fabricados a partir do rejeito de mineração, não necessariamente apenas cerâmicas. Controle de qualidade das mercadorias e empreendedores buscando parcerias para atuação neste nicho de mercado.
2018	Espera-se que já existam itens produzidos e ofertados no mercado à base de rejeito de minério. Também será realizada uma pesquisa para levantar a aceitação do produto no mercado. É esperado a obtenção de patente de produtos e processos, revisão de normas técnicas regulamentadoras. As ameaças previstas foram a não aceitação do produto e possível desqualificação da mão-de-obra.
2017.2	Com a decisão do produto, focou-se em encontrar possíveis parceiros e vendedores para o produto. Definição dos parâmetros de desempenho do item, elaboração do modelo de negócio a ser ofertado à startups (modelo de negócios Canvas). Como dificuldade e/ou ameaças foi previsto a possibilidade de não encontrar parceiros.
2017.1	Descrição dos tópicos a serem estudados, de onde ocorreram as pesquisas, da decisão do design de possíveis produtos cerâmicos a serem ofertados e da possibilidade de contato com algum cliente. Também se previu o desenvolvimento do primeiro artigo, sendo o total de três.

Fonte: Elaborado pelos autores

Após o processo de construção de cenários foi realizado uma reunião com professores doutores do IFMG de diferentes áreas para apresentação dos resultados e avaliação do projeto, sendo que a partir disso foi proposto a investigação da aplicação desse material em novos produtos que contemplou no desenvolvimento de um plano de ação.

Contando que a elaboração do *roadmap* foi no início do semestre de 2017, constata-se que há algumas previsões, intrínsecas de um método prospectivo, tal como é o *roadmap*, utópicas e otimistas para os anos seguintes. Todavia, é importante lembrar, que é imprescindível a revisão do *roadmap* ao longo dos semestres, de maneira que possua uma conformidade com a realidade atual do cenário econômico-tecnológico do mercado cerâmico. Assim, a visão final estabelecida constitui uma meta a ser almejada pelas pesquisas de aproveitamento de rejeitos de mineração para fabricação de produtos cerâmicos.

CONCLUSÃO

Por meio da presente obra foi possível a análise de uma nova forma de destinação aos rejeitos do setor mineral a partir da utilização destes na fabricação de produtos cerâmicos. O estudo relatou a construção de um *roadmap* e permitiu a prospecção de um futuro plausível acerca do tema abordado para os próximos cinco anos (2017 a 2022), destacando os benefícios, desafios e investimentos para que essa nova perspectiva em produtos cerâmicos se concretize.

No que se refere à construção do *roadmap* observa-se que os métodos utilizados foram satisfatórios para o desdobramento da visão de longo prazo. A ferramenta foi útil em função de auxiliar o desenvolvimento de ideias e metas no decorrer da pesquisa, além de ter sido importante para o estudo de temas recorrentes na área, de maneira a contribuir com o embasamento teórico para a elaboração do plano de ação.

Uma outra vantagem do uso da ferramenta para pesquisas acadêmicas se deu no fato dela permitir um melhor direcionamento do *brainstorming* entre os integrantes do grupo, conforme o horizonte temporal e as categorias específicas delimitadas pelo *roadmap*. Em consequência, proporcionou-se um direcionamento para pesquisas futuras dentro das esferas da ferramenta.

Assim, como sugestões de pesquisas futuras, considerando que a produção destes itens são viáveis, conforme estudos supracitados, sugere-se como pesquisas futuras (i) o desenvolvimento de estudos sobre a aceitação do produto no mercado, levantando quais seriam os possíveis fatores que levariam os consumidores optarem pelos produtos à base de rejeito de minério e o (ii) desenvolvimento de ativos específicos para o processamento do rejeito de minério em conjunto com as matérias-primas cerâmicas em escalas variadas (pequena, média e larga).

Vale lembrar que o *roadmap* deve ser visto como uma proposição inicial cujo resultado é aberto à discussões. Assim, recomenda-se também que as etapas descritas na metodologia – levantamento bibliométrico e *brainstorming* – sejam continuamente otimizadas com a introdução de novos temas a serem explorados bem como ferramentas e atividades que poderiam contribuir para um maior enriquecimento do conteúdo apresentado nos resultados e assim avançar com proposições de estratégias para que esta nova tendência em produtos cerâmicos fabricados a partir de rejeitos minerais seja efetivamente inserida no mercado.

Por outro lado, algumas desvantagens da utilização do *roadmap* dentro de pesquisas acadêmicas podem ser mencionadas, como: (i) a ferramenta levanta muitas questões que a academia não discutiu, dificultando as discussões entre os membros do grupo; (ii) muitos cenários podem ser levantados, alguns utópicos, inclusive, configurando ruídos na elaboração de planos de ação e propostas de pesquisas futuras atraentes; finalmente, (iii) as delimitações das categorias de discussão limita o escopo de pensamento dos membros do grupo, solicitando que estes sejam cautelosamente definidos – comportando, também como limitações deste estudo.

Quanto ao conteúdo em si do *roadmap* cabe destacar que apesar dos projetos de utilização de rejeito na fabricação de produtos cerâmicos ser viável ainda existe um problema de aceitação destes produtos no mercado, prevendo-se como dificuldade a possibilidade de não conseguir encontrar parceiros para execução das ideias propostas. Espera-se que em 2022 tais mercadorias sejam amplamente aceitas pela população e que seus usuários sejam conscientes a respeito da relevância de utilizar tais produtos, assumindo uma responsabilidade com a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. B. *Análise da Utilização do Technology Roadmapping como meio de seleção de produto de referência para engenharia Reversa*. 2010. Universidade Federal de Itajubá, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. *Informações Técnicas: Definição e classificação*. Disponível em: <<http://abceram.org.br/definicao-e-classificacao/>>. Acesso em: 19 ago. 2017.

BORSCHIVER, S.; SILVA, A. L. R. *Technology Roadmap–Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 2016.

CASAGRANDE, M. C.; SARTOR, M. N.; GOMES, V.; DELLA, V. P.; HOTZA, D.; OLIVEIRA, A. P. N. de. Reaproveitamento de resíduos sólidos industriais: processamento e aplicações no setor cerâmico. *Cerâmica Industrial*, v. 13, n. 1/2, p. 34-42, 2008.

CASTRO, C. G. *Estudo do aproveitamento de rejeitos do beneficiamento do manganês pela indústria cerâmica*. 2011. Universidade Federal de Ouro Preto, 2011.

CHALKLEY, M. E.; CONARD, B. R.; LAKSHMANAN, V. I.; WHEELAND, K. G. Tailings and Effluent Management. In: 28th annual conference of Metallurgists of CIM, Halifax, Canada. *Anais...* Halifax, Canada: Pergamon Press, 1989.

COELHO, K. M.; BORSCHIVER, S. Roadmap tecnológico do ácido levulínico produzido a partir de biomassa lignocelulósica. *Cadernos de Prospecção*, v. 9, n. 4, p. 481, 2016. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/17951>>.

COUTINHO, P. L. de A.; BOMTEMPO, J. V. Uso de roadmaps tecnológicos para favorecer o ambiente de inovação: uma proposta em matérias primas renováveis. In: I Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FGV, 2010.

GARCIA, M. L.; BRAY, O. H. *Fundamentals of technology roadmapping*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.osti.gov/servlets/purl/471364-PDo152/webviewable/>>.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GLOBO. *Barragem se rompe, e enxurrada de lama destrói distrito de Mariana*. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2015/11/barragem-de-rejeitos-se-rompe-em-districto-de-mariana.html>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

IBRAM. *Relatório anual de atividades - Julho/2017 a Junho/2018*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.arslvt.min-saude.pt/uploads/document/file/1478/Relat_rio_de_Atividades_2013_07_07_2014_.pdf>.

LEE, J. H.; PHAAL, R.; LEE, S.-H. An integrated service-device-technology roadmap for smart city development. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 80, n. 2, p. 286-306, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162512002582>>.

LUZ, A. B. da; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. *Tratamento de minérios*. 5. ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), 2010.

MENEZES, R. R.; ALMEIDA, R. R. De; SANTANA, L. N. L.; NEVES, G. A.; LIRA, H. L.; FERREIRA, H. C. Utilização do Resíduo do Beneficiamento do Caulim na Produção de Blocos e Telhas Cerâmicos. *Revista Matéria*, v. 12, n. 1, p. 192-199, 2007. Disponível em: <<http://www.materia.cooppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10908>>.

MENEZES, R. R.; NEVES, G. de A.; FERREIRA, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662002000200020&lng=en&nrm=iso&tlang=pt>.

MERQUIOR, D. M. Gestão de inovação e tecnologia: roadmap de tecnologia. *Coleção Meira Mattos-Revista das Ciências Militares*, n. 16, 2007.

MINAYO, M. C. de S. *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. Editora Vozes, 2002.

MORINI, A. A.; OLIVEIRA, K. A. de; PEREIRA, F. R.; HOTZA, D. Avaliação da Potencialidade do Uso de Resíduos Industriais Através de Ferramenta de Seleção de Materiais para Projeto de Produtos Cerâmicos. *Cerâmica Industrial*, v. 21, n. 2, p. 36-44, 2016.

NOCITI, D. M. *Aproveitamento de rejeitos oriundos da extração de minério de ferro na fabricação de cerâmicas vermelhas*. 2012. Universidade Estadual Paulista, 2012.

OLIVEIRA, M. G. de; FREITAS, J. S.; FLEURY, A. L.; ROZENFELD, H.; PHAAL, R.; PROBERT, D.; CHENG, L. C. *Roadmapping: uma abordagem estratégica para o gerenciamento da inovação em produtos, serviços e tecnologias*. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2012.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Technology roadmapping – A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 71, n. 1, p. 5-26, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162503000726>>.

RODRIGUES, L. dos S.; SILVA, J. C.; ANGÉLICA, R. S.; RABELO, A. A.; FAGURY, R. L. R. P.; NETO, E. F. Avaliação tecnológica de cerâmicas tradicionais incorporadas com rejeito do minério de manganês. *Cerâmica*, v. 60, n. December, p. 580-585, 2014.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do Trabalho Científico*. 23. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2010.

SOARES, S. R.; PEREIRA, S. W. Inventário da produção de pisos e tijolos cerâmicos no contexto da análise do ciclo de via. *Revista Ambiente Construído*, v. 4, n. 2, p. 83-94, 2004. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3541/1942>>.

TEIXEIRA, M. P. *Estudo da viabilidade da utilização de rejeitos de pedra-sabão na produção de materiais cerâmicos*. 2017. Universidade Federal de Ouro Preto, 2017.

WILLS, B. A.; NAPIER-MUNN, T. *Wills' Mineral Processing Technology: an introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery*. 7. ed. S.l.: Elsevier Science & Technology Books, 2006.

SOBRE A NECESSIDADE DE ESTUDOS TERMINOLÓGICOS PARA O ENSINO MÉDIO INTEGRADO

*Bruno de Assis Freire de Lima¹, Pedro Henrique Rezende Melo²,
Victor Salomão³*

Resumo: Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que culminou em dois Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) do Ensino Médio Integrado em Edificações e Mineração. Trata-se de uma pesquisa em Terminologia, cujo objetivo era localizar e listar termos que podem figurar em um Glossário de Termos Técnicos destinados aos alunos do IFMG-Congonhas. Foram utilizados como fonte de dados textos das diferentes subáreas que compõem as áreas de edificações e mineração, além dos pressupostos teóricos de Wuster (1930) e Cabré (1993). Os dados foram selecionados por meio do AntConc, software de processamento de dados lexicais utilizado em pesquisas em Lexicologia e Terminologia. Ao todo, foram localizados 130 termos em edificações e 311 em mineração, o que comprova a necessidade de estudos terminológicos para o Ensino Médio Integrado.

Palavras-chave: Edificações. Mineração. Glossário. Terminologia. Linguagens especializadas.

INTRODUÇÃO

15 anos. Essa é a idade média com que os alunos dos cursos Técnicos Integrados ingressam no IFMG-Congonhas. Além de ingressarem em uma modalidade de ensino completamente nova a quase todos eles, com aulas em dois turnos, esses alunos passam a ter contato com uma quantidade bastante considerável de disciplinas e professores. Aliados a esse novo contexto, estão também os termos técnicos e científicos das áreas as quais esses alunos serão habilitados. Imagine um aluno dessa idade

¹ Professor do Departamento de Letras do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: bruno.lima@ifmg.edu.br

² Aluno do do Curso Médio Técnico Integrado em Edificações do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: phrm09@hotmail.com

³ Aluno do do Curso Médio Técnico Integrado em Mineiração do IFMG - Campus Congonhas. E-mail: maxsalo-mao@gmail.com

se deparando com termos como “alvenaria”, “pilares”, “cumeeira”, “telhas galvânicas”, “perfuratriz”, “zenital”, “altimétrico”, “granulometria”, dentre outros. Não é tarefa fácil administrar as novas demandas para o aprendizado e, ainda com elas, assimilar novos termos e seus conceitos e significados.

Urge que as escolas técnicas se preocupem com a elaboração de Glossários Técnicos para esse público. De posse de um material que reúne essas terminologias, o estudante pode consultar conceitos e grafias, possibilitando otimizar seu tempo e sua aprendizagem. Pensando nisso, foi proposta uma pesquisa não registrada, mas que pudesse resultar em Trabalho de Conclusão de Curso, com o propósito de identificar parte da terminologia das áreas de Edificações e Mineração. Em princípio, o curso de Mecânica também foi convidado para participar do trabalho, mas o aluno que faria parte da pesquisa teve seu pedido negado pelo então coordenador, sob o argumento de que “professores de português não possuíam staff para orientar um TCC na área de Mecânica”. Lamentável que pensamentos dessa natureza se façam presentes em uma escola que possui diversos cursos, níveis e modalidades de ensino.

Justificada a ausência do curso de Mecânica no trabalho, partimos então com os alunos dos cursos de Edificações e Mineração, que encontraram total apoio dos coordenadores dos cursos à época, que não se opuseram à iniciativa e, inclusive, julgaram bastante pertinente o trabalho. De fato, a elaboração de um Glossário Técnico e Científico tem sua relevada função para o aprendizado dos futuros técnicos formados pela escola. Diante disso, os alunos tiveram os primeiros contatos com a Terminologia, área que surge em meados de 1930, com o intuito de estudar sistematicamente os termos e os conceitos especializados. Ironicamente, seu precursor é o engenheiro mecânico polonês Eugen Wüster, fundador da Teoria Geral da Terminologia (TGT).

Além do contato com a TGT, os alunos também estudaram os preceitos da Teoria Comunicativa da Terminologia (TCT) (CABRÉ, 1993), que considera o texto como o principal *lócus* de ocorrência de terminologias. Sendo assim, estudar os textos das especialidades é um dos principais caminhos para a identificação e conceituação terminológica. Compreendidos os principais fundamentos da TCT, os alunos ficaram encarregados de levantar a maior quantidade possível de obras, que incluíam textos esparsos, livros e apostilas que foram utilizados ao longo de suas

vivências nos cursos, para que a pesquisa pudesse ser desenvolvida, conforme o relato que aqui se apresenta. Assim, além desta breve introdução, este artigo conta com uma seção destinada à apresentação da terminologia como área de conhecimentos sistematizados, uma destinada aos objetivos e à metodologia adotados para o trabalho, outra seção para apresentação dos resultados, além de conclusão e referências utilizadas.

Terminologia: uma área fecunda nas escolas técnicas

A Terminologia é uma área do conhecimento que se ocupa do léxico de especialidade, ou seja, seu objeto de estudo compreende as unidades lexicais (vulgarmente denominadas “palavras simples” e “palavras compostas”) que caracterizam conhecimentos especializados. Apesar de ser uma disciplina recente (data da primeira metade do séc. XX), a Terminologia integra a história da humanidade, constituindo-se em expressão dos saberes técnicos e científicos. Rondeau (1984) nos lembra que:

A terminologia não é um fenômeno recente. Com efeito, tão longe quanto se remonte na história do homem, desde que se manifesta a linguagem, nos encontramos em presença de línguas de especialidade, é assim que se encontra a terminologia dos filósofos gregos, a língua de negócios dos comerciantes cretas, dos vocábulos especializados da arte militar, etc. (1984, p. 1).

Muito embora a o léxico de especialidade faça parte da história da própria humanidade, como expressa Rondeau, seu estudo sistematizado é bastante recente, seja ele orientado para o tratamento do léxico especializado, seja como objeto de teorias e descrições linguísticas:

Não obstante a dimensão linguística das terminologias, [...], o interesse por essas unidades lexicais, enquanto objeto de investigação, é ainda bastante recente e, mesmo raro, entre os linguistas. Em realidade, o léxico temático ainda não recebeu a devida atenção, caindo de estudos descritivos sistemáticos. (KRIEGER e MACIEL, 2001, p. 22.)

Com o avanço da ciência e da tecnologia – sobretudo nos dias atuais, em que a veiculação de informação se torna mais abrangente e democrática – houve, também, a proliferação de termos técnicos e científicos.

cos, o que justifica a necessidade de se estudar, sistematicamente, essas unidades lexicais, como apontado por Krieger e Maciel. No mundo globalizado, tornou-se de grande relevância a utilização adequada das terminologias, em razão de sua contribuição para uma comunicação mais eficaz entre as áreas de conhecimento. Para Krieger (1998), isso ocorre porque as comunicações profissionais se articulam ao modo de linguagens especializadas, as quais compreendem, em grande medida, seus termos técnicos.

O termo é um componente lexical especializado, que permite ao homem denominar objetos, processos e conceitos que as áreas de especialidade criam e delimitam conceitualmente. Dessa maneira, o termo contribui para expressar princípios e propósitos que constituem e animam as diferentes áreas sociais e profissionais. Cabe, pois, ao pesquisador em terminologia, identificar que unidades lexicais especializadas compõem cada uma dessas áreas. De acordo com Cabré (1993, p. 37), “*a terminologia é o reflexo formal da organização conceitual de uma especialidade, e um meio inevitável de expressão e comunicação profissional*”.

O termo (léxico especializado) se constitui, assim, como um componente linguístico, não estando apenas inerente às áreas de especialidade, mas também a seu serviço, realizando duas funções essenciais: a de representação e a de transmissão do conhecimento especializado. Cabré (1993) postula que o termo é uma unidade complexa, poliédrica, que enfeixa três ângulos básicos: o linguístico, o cognitivo, o comunicacional. Temmerman (2000) considera que os termos estão sempre evoluindo e, como consequência, fenômenos como sinônima e polissemia ocorrem no campo semântico. Esta perspectiva rejeita a noção de conceito e de significado, propondo que se fale em unidade de compreensão. Nesse contexto de “termo como unidade de compreensão”, é possível pensar nas terminologias da Biologia, Química, Linguística, Engenharias, Física, Medicina, etc. pois são representativas de conhecimentos especializados.

Teoria geral da terminologia

As bases teóricas iniciais da Terminologia foram estabelecidas por Eugen Wüster (1930), cuja preocupação era padronizar o uso de termos técnicos científicos de modo a alcançar a univocidade comunicacional internacionalmente. Seus estudos sobre os termos deram origem

à *Teoria Geral da Terminologia*, que trata o termo como signo linguístico de valor monossêmico, caracterizados pela monorreferencialidade. Com esse pensamento, um termo veicula apenas um único significado, específico de determinada área. Há, nesse pressuposto, a correspondência unívoca entre forma e significado. Um termo corresponderia apenas a um conceito.

Engenheiro mecânico de formação, professor honorário da *Universidade de Viena*, linguista e filósofo dileto, Eugen Wüster acreditava no potencial do Esperanto como língua universal. Para ele, o empreendimento de uma *Teoria Geral da Terminologia* tinha um motivo estritamente prático e compatível com seu grande entusiasmo esperantista: a necessidade de técnicos e cientistas padronizarem denominativa e conceitualmente suas disciplinas com vistas a garantir a comunicação profissional e a transferência de conhecimentos com o máximo de precisão, com o mínimo de ambiguidades e para a maior quantidade possível de especialistas em qualquer parte do mundo.

Essa disciplina foi concebida por Wüster como autônoma e multidisciplinar, estando situada na convergência da linguística, da lógica, da ontologia, das ciências da informação e das diferentes áreas do conhecimento. Nessa conjunção de saberes, Wüster entende que é necessário “manter um estreito intercâmbio de experiências com as diversas áreas do saber, como a física, a engenharia elétrica e a economia.” (WÜSTER, 1930, p. 26). Por esse motivo, o pesquisador em terminologia não está só: ele possui conhecimento linguístico, que, atrelado ao conhecimento especializado de outros profissionais, torna-se o mecanismo necessário ao estudo do termo. A Terminologia não é, pois, uma disciplina “solitária”.

Wüster e os demais precursores da Terminologia preocuparam-se em estabelecer orientações metodológicas para o tratamento das unidades terminológicas partindo do princípio de que os termos são denominações de conceitos. Assim, os elementos essenciais em uma comunicação profissional são os conceitos e os signos associados a esses conceitos, cuja precisão deve ser assegurada por meio de unidades lexicais padronizadas. Em uma área como engenharia mecânica – campo de formação de Wüster – podemos citar os termos monoléxicos: “acoplamento”, “alavanca”, “airbag”, “bobina”, dentre outros. Como termos poliléxicos: “bola de engate”, “bucha com colar”, “cabeçote de filtro”, “camisa de cilindro”, dentre outros.

Voltados primordialmente para a chamada *normalização* e para a solução de problemas de comunicação, seus estudos terminológicos pioneiros procedem, então, algumas descrições genéricas de línguas de especialidade e estabelecem as principais diretrizes para sua melhor constituição e estudo. É importante não esquecer, nesse percurso, que seus trabalhos sempre pretendiam oferecer bases que orientassem o estabelecimento ou escolha das formas linguísticas mais adequadas e corretas para a expressão dos termos das técnicas e das ciências. Seu objetivo era criar as melhores condições para a fixação dos conceitos correspondentes aos termos por intermédio de um consenso institucionalmente arbitrado, que fixava o padrão de correção.

O lugar dos estudos de Terminologia no panorama das disciplinas acadêmicas ou mesmo no das diferentes áreas de investigação esteve, inicialmente, associado a uma situação de oposição frente à Linguística. Afinal, a Terminologia da vertente tradicional, independente de falta de clareza na sua auto definição, ora apresentando-se como área de estudos, ora como disciplina, campo de estudos ou até como uma nova ciência, nasce pelo menos sabendo e afirmado com veemência aquilo que não era ou que não pretendia ser. Os fundadores da nova área não queriam que a vissem como Linguística ou qualquer um de seus vieses, posto que interessavam conceitos e termos e não significados de palavras. Nessa vertente, um termo não significa, mas conceitua.

Essa relação de oposição acabou sendo questionada em sua validade e origem, tendo sido gradualmente deslocada para o ponto de uma relação de complementaridade entre Terminologia e os Estudos da Linguagem. Mas, até atingir esse ponto, o questionamento sobre o estatuto da dimensão linguística das terminologias e da comunicação técnico-científica frente a uma dimensão conceitual ou de conhecimento será uma das características mais marcantes dos novos impulsos e rumos da Terminologia, quer na perspectiva linguística, quer na vertente tradicional.

Teoria comunicativa da terminologia

De outro lado, vemos em CABRÉ (1993), principal expoente das correntes críticas da Terminologia, a defesa de uma perspectiva linguístico-comunicativa. Para a autora, a Terminologia ainda é tida como um campo de estudos interdisciplinar, mas, diferentemente do que havia afir-

mado Wüster, percebe-o integrado por fundamentos provenientes das ciências da linguagem, ciências da cognição e ciências sociais, ocupando-se, nessa conjugação, da comunicação especializada ou profissional.

Nesse cenário sobre o desenvolvimento das ideias de perspectiva linguística sobre Terminologia, no qual nos incluímos, é importante ressaltar que os fenômenos de variação nas terminologias técnico-científicas são, em primeiro lugar, fenômenos de variação linguística, que apresentam características peculiares, oriundas de um uso de língua diferenciado, envolvendo um grupo de usuários determinado, detentores de conhecimentos diferenciados e que têm características e objetivos determinados numa situação de comunicação particular. Ao mesmo tempo, acreditamos que a variação terminológica, embora particularizada também como uma variação de conhecimentos, pode vincular-se às situações mais típicas de variação linguística, por assim dizer, comum.

Essa nossa posição baseia-se no trabalho de CABRÉ (1993), que lança a ideia fundamental de uma *Teoria Comunicativa da Terminologia*. Como objetos dessa teoria estão as unidades comunicativas próprias das terminologias, entendidas, em uma perspectiva linguística, como unidades funcionais de forma e conteúdo. A autora declara que, se seu objeto forem apenas essas unidades de conhecimento especializado, então a “nova” Terminologia pode situar-se plenamente bem na Linguística ou na Semiótica. Entretanto, é importante observar que não se limita apenas a subordinar a Terminologia aos estudos da linguagem, pois ao inaugurar a visão poliédrica dos termos, também identificados como *Unidades de Significação Especializadas* (USE), a autora propõe a ampliação da abrangência dos estudos sobre a comunicação especializada.

Esse caráter poliédrico das unidades terminológicas, segundo seu pensamento, é conferido por sua constituição simultaneamente integrada por dimensões linguísticas, cognitivas e sociais. Nessa perspectiva, a Terminologia é concebida como um campo interdisciplinar, em construção, estabelecido pelos aportes de quatro teorias: uma teoria do conhecimento, uma teoria da comunicação, uma teoria dos signos e uma teoria da linguagem que dê conta, essa última, das unidades terminológicas compreendidas como USEs. As duas primeiras subteorias se ocuparão respectivamente de unidades de conhecimento especializado e de unidades de comunicação especializada; a terceira, de unidades simbólicas especializadas. E, no particular da teoria da linguagem, dar conta de unidades

terminológicas corresponde a poder explicar suas características gramaticais, semânticas, pragmáticas e textuais.

Nessa direção, o termo, segundo a autora, visto como uma *USE*, deve passar a ser percebido como um valor ativado no discurso. Além disso, as quatro subteorias em conjunto conformam a *TCT* e têm como objeto comum a observação do texto, o que nos oferece uma macroteoria integrada por quatro portas de acesso a um mesmo objeto. De todo modo, mesmo nas novas perspectivas linguísticas dos estudos terminológicos, mais cognitivistas ou mais estritamente linguísticas, é traço comum encontrar o reconhecimento da existência de um léxico especializado na comunicação profissional, técnica ou científica.

Neste sentido, um léxico peculiar é tido como o elemento mais saliente da linguagem especializada e, via de regra, é caracterizado por escolhas específicas na construção de suas unidades e, em alguns casos, também particularizado pelo modo como são combinadas tais unidades entre si. Assim, se a ideia de limitação ao léxico colocada por Wüster sobrevive nos atuais estudos linguísticos das terminologias que adotam uma orientação lexical, situação bem diferente vive a oposição wüsteriana termo/palavra. Afinal, cada vez mais se percebe o termo como uma palavra da língua comum, sobretudo a partir da percepção de uma unidade de significação especializada. Tal unidade possui um valor de significação não homogêneo, estabelecido por e nos contextos e condições dos textos especializados, visto como governado pelos mesmos mecanismos e princípios da língua comum.

Os textos nas áreas de edificações e mineração

Estabelecida a escolha pelos princípios textuais da Terminologia, delimitar os possíveis termos das áreas de edificações e mineração pressupõe selecionar textos dessas áreas. Nesse sentido, os alunos-pesquisadores foram orientados a buscar pela maior quantidade possível de textos com os quais tiveram contato ao longo dos anos de formação. A escolha por textos usados ao longo do curso (e não por outros textos, que por ventura possam circular em outros ambientes) se deve ao fato de que esses textos estão na escola, circularam entre os alunos e possuem grandes chances de continuarem a circular nas próximas gerações de aluno. Em outras palavras, os termos utilizados nesses textos corresponde ao con-

junto terminológico necessário ao conhecimento dos futuros técnicos em edificações e mineração formados no IFMG-Congonhas.

Uma peculiaridade em relação às escolhas textuais se deve ao fato de esses textos necessitarem estar no formato digital, o que permite o processamento eletrônico de dados, otimizando o tempo do pesquisador na identificação terminológica. Graças às plataformas digitais, aliado ao empenho dos docentes a que os alunos-pesquisadores recorreram, foi possível reunir esse material. Seguindo as orientações de pesquisa terminológica, na área de edificações foram selecionados textos das subáreas que compõem o curso, a saber: a) projeto estrutural, b) estabilidade, c) tecnologia das construções, d) projeto arquitetônico e e) construções. Na área de mineração, os textos pertencem às subáreas de: a) pesquisa mineral, b) perfuração e desmonte, c) transporte e tratamento mineral. Essa divisão e análise de textos em subáreas é importante para, em um segundo momento, ser possível organizar o Glossário com a indicação das subáreas em que os termos ocorrem.

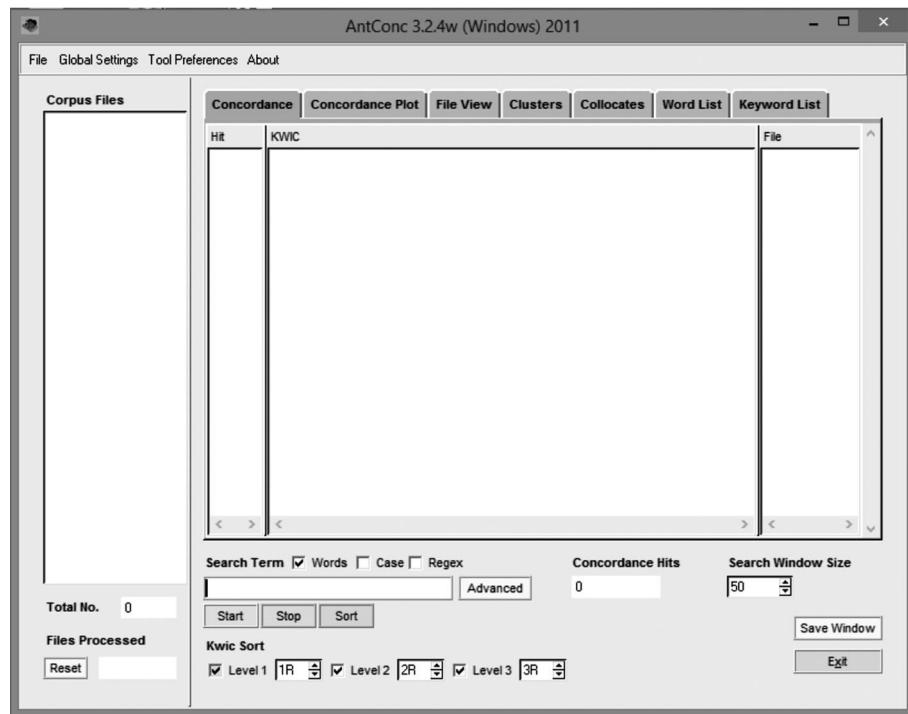
Uma vez selecionados os textos, nos quais predominam apostilas elaboradas pelos próprios docentes das áreas de conhecimento pesquisadas, a próxima etapa se constituiu no processamento eletrônico dos dados, com vistas ao levantamento dos “candidatos a termos”. Um candidato a terno, no escopo deste trabalho, é compreendido como uma unidade linguística que, potencialmente, corresponde a um conceito especializado. A determinação de que um candidato a termo é um termo depende de outros fatores, que serão considerados em etapas de pesquisas futuras.

O antconc: ferramenta de trabalho em estatística lexical e terminologia

O *AntConc* é um software utilizado em pesquisas de estatística lexical, amplamente utilizado em trabalhos de terminologia. Com o uso dessa ferramenta, é possível listar e examinar a ocorrência de todas as unidades lexicais que formam um documento textual. O *AntConc* é capaz de processar dados digitalizados e formatados, em formato.txt. Para chegar a esse ponto do trabalho, os textos foram processados em grupos, ou seja, houve cinco grupos de textos para a área de edificações e três grupos de textos para a de mineração, resultando nessa mesma quantidade de processamentos e análise por cada um dos alunos-pesquisadores.

Uma vez processados os textos de interesse do pesquisador, o software oferece uma lista com a quantidade de todas as ocorrências do léxico desses textos. O pesquisador também tem acesso ao contexto imediato de uso (geralmente uma frase ou parte de uma frase) no qual determinada unidade ocorre:

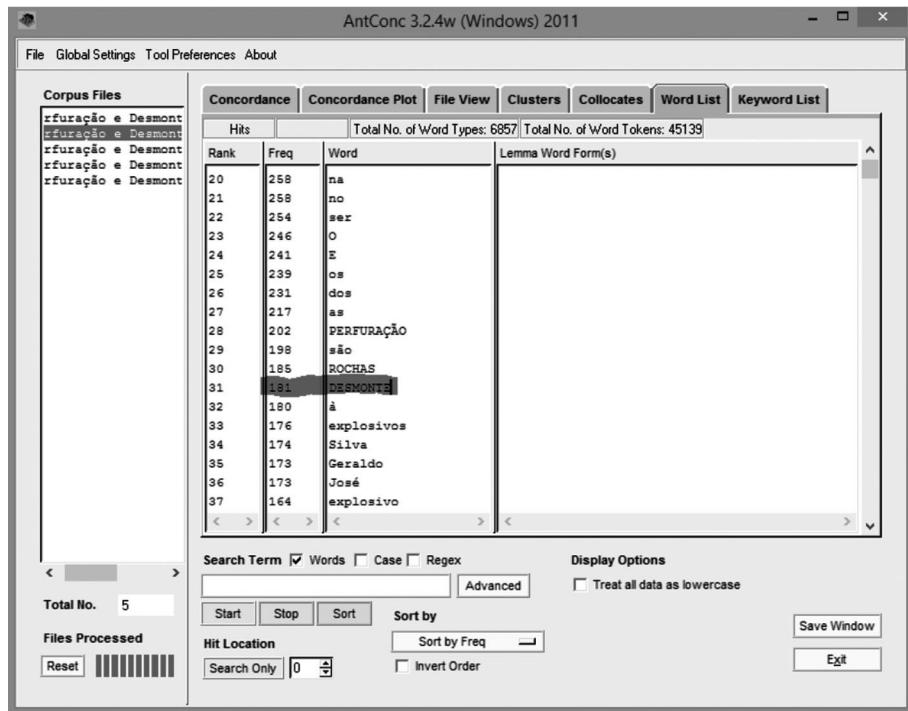
Figura 1. Interface inicial do AntConc.



Fonte: Arquivo pessoal).

Com o processamento de textos no software, uma série de funcionalidades auxilia na listagem e identificação de um candidato a termo. Uma dessas funcionalidades é chamada de “Word List” (Figura 2). Nela consta a posição das unidades lexicais, organizada em um ranking, seguida de sua frequência e da denominação dessas unidades:

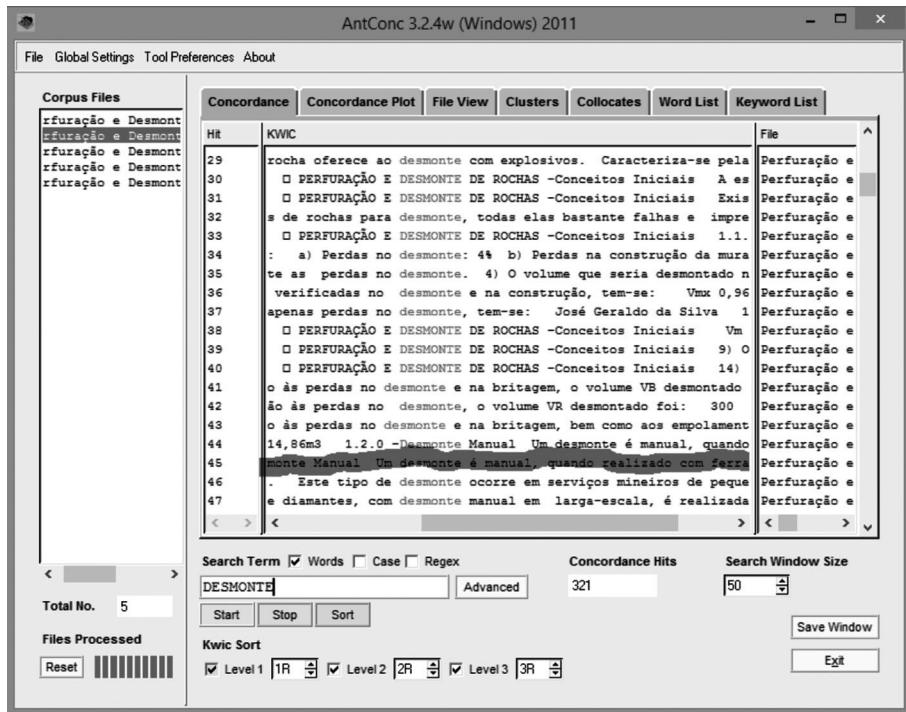
Figura 2. Função Word List do AntConc.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Outra funcionalidade considerada no estudo é denominada “Concordance” (Figura 3). Ela é a responsável por indicar o contexto imediato associado a qualquer unidade lexical resultante do processamento. Trata-se de uma funcionalidade importante, que permite, dentre outras, verificar possíveis “contextos definitórios”, ou seja, a funcionalidade apresenta frases ou trechos de frases na estrutura “X é Y”, ou “X consiste em Y”, ou “X refere-se a Y”, em que X é uma unidade lexical e Y é um conjunto de informações necessárias à definição de X. Assim, depois de observar a frequência de determinadas unidades lexicais resultantes do processamento de dados, o pesquisador tem a oportunidade de verificar os contextos textuais de uso dessas unidades, o que permite avaliar se essa unidade lexical é ou não um candidato a termo das áreas pesquisadas.

Figura 3. Função “Concordanciador” do AntConc.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Desprezadas as unidades lexicais que não são Unidades de Sentido Especializado (nas palavras de Cabré), chegamos aos resultados que são apresentados a seguir. As chamadas “palavras gramaticais”, notadamente as de maior ocorrência em pesquisas de estatística lexical, constituem-se àquelas unidades linguísticas muito polissêmicas, cuja função é estabelecer relações sintagmáticas entre os constituintes frasais. Nessa categoria lexical, estão, por exemplo, as preposições e as conjunções. Também foi desprezada grande parte dos adjetivos e advérbios que, isoladamente, possuem função caracterizadora. Embora verbos possam corresponder a unidades terminológicas, não foi encontrado nenhum verbo nessa condição na amostra pesquisada. Restaram, predominantemente, candidatos a termos de natureza substantiva (denominativa), dentre eles substantivos “candidatos a termos” de origem de língua inglesa, como “deck”, “scraper”, “mesh”, “overflow”, dentre outros.

RESULTADOS

Os candidatos a termos em edificações e mineração

A seguir, são apresentados os resultados da pesquisa, que culminou em 130 candidatos a termos na área e edificações e 311 candidatos a termos na área de mineração. Os candidatos a termos estão organizados em ordem alfabética:

Lista de candidatos a termos de Edificações

A

Acabamento	Cargas
Aço	Carregamento
Aditivos	Chapisco
Alongamento	Cimento
Alvenaria	Cimento
Ambientes	Cimento Portland
Andaimes	Cisalhamento
Apoio	Clínquer
Argamassa	Colunas
Armações	Compressão
Armadura	Concretagem
Axial	Concreto
	Concreto Armado
	Conectores

B

Baldrame	Construção
Barra	Construções
Barras	Corrosão
Beiral	Corrosão
Blocos	Corrosão por pites
	Cume
	Cumeeira

C

Canteiro de Obras
Cantoneira
Carepa
Carga

D

Deck
Declividade
Deformação

Dilatação	G
Dimensionamento	Granito
Ductibilidade	
Durabilidade	
E	I
Edificações	Impermeabilização
Eixo	Impermeabilizações
Elasticidade	
Eletrodo	
Engastada	J
Esbeltas	Juntas
Esbeltez	
Escoamento	
Escoramento	K
Esforço Cortante	K limite
Esforços	
Esforços Solicitantes	
Estabilidade	L
Estacas	Ladrilho
Esteatito	Laje
Estribos	Laminação
Estrutura	Limites
Estruturas	Locação
	Longitudinal
F	M
Fachada	Madeira
Fachadas	Momento
Fissuração	
Flambagem	
Flanges	O
Fletor	Ornamentais
Flexionada	
Flexotorção	P
Fôrma	Parede
Fôrmas	Paredes
Forros	Perfis
Fundações	Pilar
	Pilares
	Piso
	Placas
	Polipiso
	Prumo

R	Tensões
Rebites	Terreno
Resistência	Tintas
Resistência	Torção
Revestimento	Trabalhabilidade
Rigidez	Tração
Rochas	Tracionadas
Ruptura	Transversal

S	V
Sapata	Vãos
Seção	Vedaçāo
Solda	Viga
	Viga Biapoiada
T	Viga Isostática
Telhas	Vigas
Telhas Galvânicas	Vigotas
Tensão	

Lista de candidatos a termos de Mineração

A	Amostragem
Abertura	Anfo
Abrasivo	Ângulo
Acesso	Áreas
Adensamento	Atrito
Adjacente	Azimute
Afastamento	
Agregado	B
Alimentação	Bancada
Alíquota	Banco
Alteamento	Barragem
Altimetria	Báscula
Altimétrico	Beneficiamento
Altura	Blocos

Bola	Cominuição
Bombeamento	Compressão
Brita	Comprimento
Britado	Concentração
Britador	Concentrado
Britagem	Construção
Broca	Consumo
Bússola	Coordenadas
C	Cordel
Caçamba	Corte
Caçambada	Cota
Camada	Croqui
Câmaras	Crosta
Caminhão	Cunha
Campo	Curvas
Capacidade	Custo
Carga	D
Carga circulante	Decapeamento
Carregadeira	Declive
Carregamento	Deflagrante
Cartucho	Densidade
Cascalho	Depósito
Cava	Descarga
Célula	Deslocamento
Chama	Desmontado
Choco	Desmonte
Choque	Desnível
Ciclo	Detonação
Ciclone	Detonante
Círcuito	Diâmetro
Circulação	Diluição
Cisalhamento	Dimensionamento
Classificação	Dinamite
Coesão	Disposição
Coletor	Drenagem
Coluna	Dureza
Combustão	

E	
Eficiência	Fratura
Eixo	Frente
Empolamento	Frota
Enquadrar	Furação
Enxofre	Furo
Equipamentos	
Erro	G
Escala	Galeria
Escavação	Ganga
Escavadeira	Gases
Escoamento	Geodésia
Escoramento	Geométrico
Escorva	Graduação
Espiral	Granulometria
Espoleta	Graus
Espuma	Grelha
Estabilidade	
Esteiras	H
Estéril	Haste
Estopim	Hidráulico
Estrada	Horizontal
Estratificação	
Explosão	I
Explosivo	Inclinação
Extensão	Inflamável
Extração	Iniciação
	Instalações
F	
Face	J
Falha	Jazida
Filão	Jigagem
Flotação	Jigue
Fogo	
Força	L
Fragmentação	Largura
Fragmento	Lavra
	Lavra céu aberto

Lavra subterrânea	N
Leira	Nitrato
Leito	Nitroglicerina
Levantamento	Nivelamento
Ligaçāo	Norte
Limite	O
Limpeza	Onda
Linha	Operação
Linhas	Operador
Lixiviaçāo	Ortogonal
Locais	Overflow
Longitudinal	

M	P
Maciço	Paralelo
Malha	Partícula
Mandíbula	Partículas
Manual	Passante
Manutenção	Pasta
Máquinas	Peneira
Massa	Peneiramento
Medida	Penetração
Meio ambiente	Percussão
Mesh	Perda
Metalúrgico	Perfil
Metamorfismo	Perfuração
Método	Perfuratriz
Mina	Pesquisa
Minas	Pessoal
Minerais	Pilares
Minério	Pilha
Moagem	Pistão
Moedores	Plácer
Moinho	Planejamento
Monitor	Planimétria
Motor	Plano
Motriz	Plantas
Muralha	Pneumático

Pneus	Sedimentares
Poços	Segmento
Polegada	Segurança
Poligonal	Separação
Polpa	Série
Pólvora	Serviços
Pressão	Shovel
Processo	Sistema
Produção	Situ
Produto	Sólido
Profundidade	Sólidos
Projeção	Solo
Projeto	Subsolo
Pureza	Sulfato
	Sulfeto
	Suporte
R	
Rampa	
Reagente	T
Recuperação	Talude
Redução	Tensão
Rejeito	Teodolito
Relevo	Teor
Resistência	Teor
Retardado	Terraplenagem
Retido	Terreno
Revestimento	Tonelada
Rocha	Topo
Rochoso	Topográfico
Rolo	Tração
Rotação	Transporte
Rumo	Transversal
Ruptura	Tratamento
	Trator
S	
Scraper	Tratores
Seção	Tridimensional
Sedimentação	Trincheiras
	Tyler

U	
Underflow	Veio
Unidades	Velocidade crítica
Usina	Ventilação
	Visada
	Vista
V	
Vagoneta	Z
Valor	Zenital

Na ocasião da pesquisa, a turma de edificações 3 chegou a trabalhar na elaboração das definições desses candidatos a termo, o que poderia resultar em um Glossário para as futuras gerações de alunos do curso. Esse trabalho foi feito de forma informal, de modo que é necessária uma criteriosa revisão, considerando as proposições linguísticas sobre formulação de textos definitórios. Aliado a essa dificuldade, esteve a impossibilidade de fazer o mesmo trabalho de redação definitória com a turma de mineração, uma vez que, naquele ano de 2014, a turma de mineração 3 era formada apenas por sete alunos, ou seja, seria necessário que cada aluno redigisse, em média, a definição para 45 candidatos a termos. Dado o tempo disponível para a pesquisa (que deveria resultar em TCCs), a tarefa foi abortada, ficando para oportunidades futuras a elaboração, a publicação e a divulgação dos Glossários de Edificações e Mineração para alunos dos Cursos Técnicos Integrados do IFMG-Congonhas.

CONCLUSÕES

Com a simples pretensão de subsidiar dados para elaboração de Trabalhos de Conclusão de Curso do IFMG-Congonhas, a pesquisa realizada em 2014 serviu para comprovar o fecundo campo que as escolas técnicas possuem para pesquisas em Terminologia. Futuramente, os dados aqui apresentados servirão de base para a elaboração de Glossários Técnicos, que servirão para otimizar a comunicação especializada no âmbito da formação dos futuros técnicos formados no *Campus*.

Mais que isso, a pesquisa desponta como promissora não apenas no *Campus*, como também em todo IFMG. Indo além, as pesquisas em

Terminologia e Linguagens Especializadas encontram campo nas escolas técnicas em todo Brasil, o que permitirá futuras parcerias para o desenvolvimento de Glossários que, mais do que possibilitar uma comunicação mais precisa entre docentes de áreas técnicas e alunos em processo de formação, serão capazes de contribuir de forma significativa para os processos de ensino e aprendizado no contexto do ensino técnico brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, L. A. *Curso básico de Terminologia*. São Paulo: Edusp, 2004.

CABRÉ, M. T. *La Terminología, Teoria, metodología, aplicaciones*. Barcelona: Empúries, 1993. 529 p.

CABRÉ, M. T. *La terminología: representación y comunicación: elementos para una teoría de base comunicativa y otros artículos*. Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, 1999.

KOCOURECK, R. *La langue française de la technique et de la science: ver une linguistique d'une langue savante*. Wiesbaden: Brandstette, 1991.

KRIEGER, M. G.; FINATTO, M. J. B. *Introdução à terminologia: teoria e prática*. São Paulo: Contexto, 2004.

KRIEGER, M. G.; MACIEL, A. M. B. *Temas de Terminologia*. Porto Alegre: Editora da Universidade / Humanitas, 2001.

RONDEAU, G. *Introduction à la terminologie*. Quebec: Gaetan Morin, 1984.

TEMMERMAN, R. *Towards New Ways of Terminology Description*. Amsterdam: John Benjamins, 2000.

WÜSTER, E. (1930) *Introducción a la teoría general de la terminología y a la lexicografía terminológica*. Tradução de Anne-Cécile Nokerman. Barcelona: IULA, 1998.



EDITORASPAÇO
ACADÊMICO