

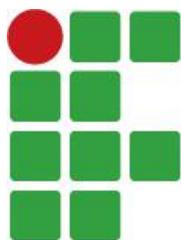
**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Avançado Arcos

ARYELTON DIAS; LUCAS BORGES; NEANDRO MOISÉS;
RAFAEL CORDEIRO; RAFAEL HODGES; RENATO AGUILAR

TAI I:PROJETO GRUA

Arcos-MG

2017



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Avançado Arcos

ARYELTON DIAS; LUCAS BORGES; NEANDRO MOISÉS;
RAFAEL CORDEIRO; RAFAEL HODGES; RENATO AGUILAR

TAI I: PROJETO GRUA

Relatório apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), em cumprimento a exigência do Trabalho Acadêmico Integrador (TAI) e demais matérias.

Orientador: Prof. Dr. Niltom
Vieira Junior

Arcos-MG

2017

INTRODUÇÃO:

No passado do Brasil, quando era necessário o carregamento de pesos, utilizavam-se da mão de obra escrava, em sua maior parte negra, que acarretavam em grandes prejuízos à saúde dos mesmos, que tinham suas expectativas de vida drasticamente reduzidas.

Em um canteiro de obras, quando há necessidade de deslocamento de cargas, é preciso que certa força seja aplicada; comumente tal força é executada por pessoas, onde muitas das vezes usam-se um esforço excessivo, que causa danos e gera um ambiente de alto risco.

Figura introdutória – Dores na lombar



Fonte: <http://www.boavidaonline.com.br/dores-nas-costas/> (acessado em: 20/06/2017)

Com a evolução da engenharia, passou-se a utilizar de ferramentas que facilitaram o trabalho das pessoas destes meios; entre essas ferramentas, está a grua. Seu funcionamento consiste no princípio físico, onde uma ou mais máquinas simples geram um ganho mecânico, retirando a necessidade de esforço humano, e permitindo uma elevação maior com mais segurança, se utilizado corretamente.

Santos (1989) afirma que a Ciência, juntamente com a tecnologia, tem papel importante no desenvolvimento de qualquer dispositivo criado. Gilbert (1995), citado por Santos (1998), esquematizou de maneira direta as definições das mesmas, como mostra a tabela 1.

Quadro comparativo entre os termos Ciência e Tecnologia.

	Ciência	Tecnologia
Propósito	Explicação	Fabricação
Interesse	Objecto natural	Objecto artificial
Processo	Analítico	Sintético
Procedimento	Simplifica o fenómeno	Aceita a complexidade da necessidade
Resultado	Conhecimento generalizável	Objecto particular

Fonte: <<http://www.scielo.org.ar/img/revistas/cts/v2n6/html/v2n6a10.htm>> (acessado em: 20/06/2017)

Santos (1989) diz que a ciência é impulsionada pela busca do conhecimento, e a tecnologia, pela prática e eficiência. Observa-se que, a partir da C&T (Ciência e Tecnologia), conseguimos desenvolver e aplicar ideias que são fundamentais à sociedade, trazendo comodidade e bem-estar.

Segundo ele, os avanços tecnológicos possibilitaram, ao longo do tempo, o desenvolvimento de guindastes de diferentes funções e formatos, com alta eficiência e segurança de manuseio. Nas primeiras versões da grua, tais equipamentos tinham pouca mobilidade e reduzida envergadura, e, apesar de

auxiliar os trabalhadores em suas execuções, ainda estaria longe de ser eficiente, por manter o trabalho intenso e por não levantar mais do que sua própria haste fixada ao chão.

Através deste trabalho é apresentado a produção, desenvolvimento, estudo da fabricação e aplicação da grua.

OBJETIVO:

O objetivo do protótipo foi retratar o uso de um guindaste em seu real funcionamento, elevando cargas com segurança, aliviando o esforço humano e alcançando locais não acessíveis anteriormente; ao mesmo tempo tentar verificar por meio de testes a eficácia da teoria, estabelecendo limites de operações concernentes à capacidade de cargas relacionadas, o tempo de elevação, velocidade angular limite, forças e outros aspectos.

JUSTIFICATIVA:

Para satisfazer os requisitos do trabalho proposto de TAI, foi escolhido o estudo e desenvolvimento do protótipo da grua, para a compreensão e aplicação das disciplinas envolvidas no decorrer do semestre, e a demonstração do funcionamento do projeto.

A escolha do projeto Grua se deu pelo baixo custo dos materiais, juntamente com a percepção da possível integração das disciplinas envolvidas.

LISTA DE FIGURAS:

FIGURA 1 – PROJETO GRUA.....	13
FIGURA 2 – GUINDASTE SIMPLES.....	15
FIGURA 3 – GRUA ANTIGA.....	16
FIGURA 4 – TIPOS DE ALAVANCAS.....	16
FIGURA 5 – CONTRAPESO.....	17
FIGURA 6 – BASE	18
FIGURA 7 – LANÇAS	19
FIGURA 8 – TORRE FIXA.....	20
FIGURA 9 – POLIAS	21
FIGURA 10 – MOTO REDUTOR.....	22
FIGURA 11 – MANCAL	22
FIGURA 12 – ESTRUTURA	23
FIGURA 13 – GRUA	24
FIGURA 14 – GRUA PORTUÁRIA	25
FIGURA 15 – GRUA CIVIL.....	25
FIGURA 16 – BASE GIRATÓRIA.....	29
FIGURA 17 – TRELIÇAS	32
FIGURA 18 – LINHA DE PRODUÇÃO.....	33
FIGURA 19 – GASTOS.....	36
FIGURA 20 – TRABALHO ESCRAVO.....	38
FIGURA 21 – DIMENSÕES DO PALITO.....	41
FIGURA 22 – PALITO.....	42
FIGURA 23 – TENSÃO X DEFORMAÇÃO.....	43
FIGURA 24 – SEÇÃO TRANSVERSAL.....	44
FIGURA 25 – CROQUI DOS NÓS.....	45
FIGURA 26 – MATLAB.....	46
FIGURA 27 – PONTOS	47
FIGURA 28 – VISTA FRONTAL.....	49
FIGURA 29 – VISTA LATERAL.....	49
FIGURA 30 – VISTA INFERIOR.....	50
FIGURA 31 – CROQUI DA BASE.....	50

FIGURA 32 – PERSPECTIVA ISOMÉTRICA.....	51
FIGURA 33 – FUNÇÕES.....	54
FIGURA 34 – DESLOCAMENTO E ACELERAÇÃO	56
FIGURA 35 – DERIVADA SEGUNDA.....	57

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1.....	31
Tabela 2.....	40
Tabela 3.....	58

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos primeiramente aos professores por nos propiciar formas para desenvolver nosso projeto, e juntamente nos proporcionar a experiência por trabalhar em equipe durante todo o semestre em um único grande projeto. Agradecemos também ao curso de engenharia mecânica, o qual nos levou a alcançar esses conhecimentos e objetivos. E por fim, agradecemos a todos que influenciaram no desenvolvimento do nosso projeto.

Sumario:

1. IDÉIA:.....	14
2. HISTÓRIA DA GRUA:.....	15
2.1. QUAIS MODIFICAÇÕES E VARIAÇÕES SOFREU AO LONGO DA HISTÓRIA?	16
3. PARTES DE UMA GRUA:	20
3.1. -CILINDRO HIDRAULICO:.....	21
3.2. -CONTRAPESO	21
3.3. -BASE:.....	22
3.4. -LANÇA (BRAÇO):	22
3.5. -LANÇA MENOR:.....	22
3.6. -TORRE:.....	23
3.7. -POLIA:.....	24
3.8. -MOTO REDUTOR:.....	25
3.9. -MANCAIS DE ROLAMENTO:.....	25
3.10. -ESTRUTURA EM TRELIÇA:.....	26
4. PLANEJAMENTO INICIAL:.....	30
4.1. HISTÓRICO DE ACONTECIMENTOS:	27
5. O papel da disciplina de tai no decorrer do processo:.....	29
A disciplina de TAI 1 através deste projeto proporcionou aos integrantes do grupo:	30
6. METODOLOGIA DE FABRICAÇÃO:.....	30
7. CUSTO FINAL E TEMPO DE PRODUÇÃO:	35
8. COMPROMISSO E PARTICIPAÇÃO DOS INTEGRANTES:	37
9. ENVOLVIMENTO DE CTS (CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE):.....	37
10. PROJETANDO:.....	39
Teste destrutivo:	42
11. DESLOCAMENTO DE CARGA:	52
REFERÊNCIAS DE BIBLIOGRÁFICAS:.....	61
12. APÊNDICES:.....	62
12.1. -SCRIPT MATLAB:.....	62

12.2. -IMAGENS:..... 65

1. IDÉIA:

Ao início do trabalho, deveria se escolher o projeto a ser desenvolvido. Foi decidido então, entre três projetos, estes foram:

- Carneiro hidráulico;
- Ponte de palitos de picolé;
- Grua de palitos de picolé;

A opção escolhida foi o projeto da grua de palitos de picolé (figura 2) pela dedução de que se enquadraria as matérias referentes ao curso, e também por ser uma máquina interessante no quesito mecânico.

Figura 1 – Projeto grua



Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=projeto+grua&rlz=1C1ASUM_enBR743BR743&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjTI-K759nUAhXMIZAKHcSOArYQ_AUICigB&biw=1832&bih=990#tbm=isch&q=projeto+grua+maDEIRA&imgsrc=c3GsC9RT97v9kM> (Acessado em 20/06/2017)

A grua na maioria das vezes é estruturada por treliças, partiu-se daí para entender o motivo disso e sua função no processo estrutural.

2. HISTÓRIA DA GRUA:

Segundo o grupo Slide Share(2017), a grua é mais conhecida na atualidade como guindaste fixo. Não existem registros da grua antes do século I a.C., porém historiadores suspeitam que ela possa ter sido inventada pelos romanos ou gregos. Os únicos registros encontrados sobre o uso da grua na antiguidade, vem dos relatos do arquiteto romano Vitruvius (século I a.C.) e também de Herón de Alexandria (século I d.C.). Nesta época elas eram usadas para a construção de edifícios. No fim da Idade Média as guias passaram a ser utilizadas em portos, para carregar e descarregar navios e auxiliar na construção dos mesmos.

Eles afirmam que nesta época, as guias eram compostas de madeira e eram bem mais simples que atualmente. A mais simples citada era composta por uma estaca de madeira fincada no chão, que era sustentada por cabos que eram amarrados na sua extremidade. No topo era fixada uma roldana, onde passava a corda que era usada para suspender os objetos, a corda era geralmente controlada por um molinete que ficava fixo na base. Até a criação da máquina a vapor, por volta dos séculos XVIII e XIX, esse molinete era movido por força animal ou humana. Foi assim por séculos, a força era fornecida pelo esforço físico dos animais ou dos homens.

Figura 2 – Grua simples



Fonte: <<http://cuadernotecnojavier.blogspot.com.br/2014/06/gruas-de-torre.html>>(Acessado em 20/06/2017)

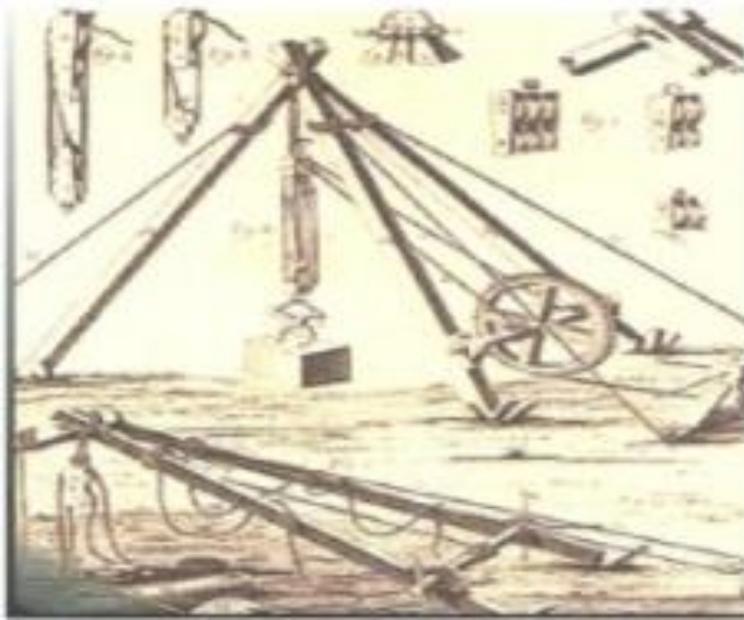
2.1. QUAIS MODIFICAÇÕES E VARIAÇÕES SOFREU AO LONGO DA HISTÓRIA?

Como foi dito por eles, na antiguidade a grua era composta por partes de madeira, o que não favorecia muito para sua resistência e, com isso suportava um limite de peso bem menor que atualmente. Além de que era movida por força braçal através de um molinete, como já dito.

Após a revolução industrial, elas passaram a ser fabricadas de ferro fundido ou aço, o que aumentou bastante sua resistência e sua capacidade de levantar cargas mais pesadas, fato que contribui bastante para a realização de suas funções. Sem falar que com isso também veio a facilidade mais de sua montagem e desmontagem, além de seu transporte.

Hoje elas são movidas eletronicamente e alguns poucos por motor de combustão interna, o que dispensa força humana ou animal, além de não comprometer a integridade física de seu operador e agilizando o processo de transporte. Contam também com sistemas de levantamento hidráulico, para conseguir alcançar uma maior capacidade de levantamento do que era capaz antigamente.

Figura 3 – Grua antiga



Fonte: <https://pt.slideshare.net/Guindastes/histria-do-guindaste>(Acessado em 20/06/2017)

Pode-se ver que as guas são equipamentos pesados e desmontáveis, utilizados para fazer transporte de materiais grandes e pesados na horizontal e vertical. Sua construção é normalmente treliçada para suportar maior peso bruto de carga transportada. Numa de suas extremidades fica a pinça, onde são erguidos os pesos, na outra fica um grande contrapeso que equilibra o conjunto para que não despenque.

Figura 4 – Grua



Fonte: <http://3z.com.br/gruas/>(Acessado em 20/06/2017)

Segundo LANGER, L. (2014) a agilização dos processos de construção, montagem e transporte de cargas grandes e/ou pesadas revolucionou o método de construção civil, através do processo de montagem de partes prontas. Economizou mão de obra, porém não deixando pessoas desempregadas, elas somente passaram a se dedicar em outra área da obra.

A grua é um mecanismo fundamental para a indústria, portos e aeroportos. Também são bastante usadas em canteiros de obras, pelo fato de ter muita movimentação, transporte e manuseio de cargas. Agiliza o transporte de tijolos, cimentos, blocos, e ferramentas em grandes construções. Descarrega e carrega contêineres e material pesado em grandes depósitos, além de várias outras funções.

Figura 5 – Grua portuária



Fonte: <http://www.shipackrd.com/?p=31>(Acessado em 20/06/2017)

As guas trazem grandes benefícios na área civil, como rapidez e tornam o serviço mais eficaz. “As guas ajudam a reduzir a mão de obra, trazendo maior mobilidade e segurança para os trabalhadores” (LANGER, 2013).

Como a mão de obra atualmente vem ficando cada vez mais difícil, a utilização das guas acaba resolvendo este problema. “O equipamento tem a

capacidade de carregar grandes volumes de materiais, e ele consegue executar o trabalho de forma rápida. Sem dúvida, é um grande benefício para auxiliar as obras” (BAPTISTA, 2013).

Segundo ele, um dos principais cuidados para não obter prejuízos ao usar uma grua, é de escolher uma empresa confiável, conhecida e que tenha experiência na locação desse equipamento. E é importante que tenha profissionais especializados no local de uso da máquina, além de o engenheiro ter conhecimento de alguns detalhes sobre a grua, como o peso da carga, altura de instalação e o raio dela.

Figura 6 – Grua civil



Fonte: http://www.emsemul.es/user/curso.php?id=3&id_categoria=12 (Acessado em 20/06/2017)

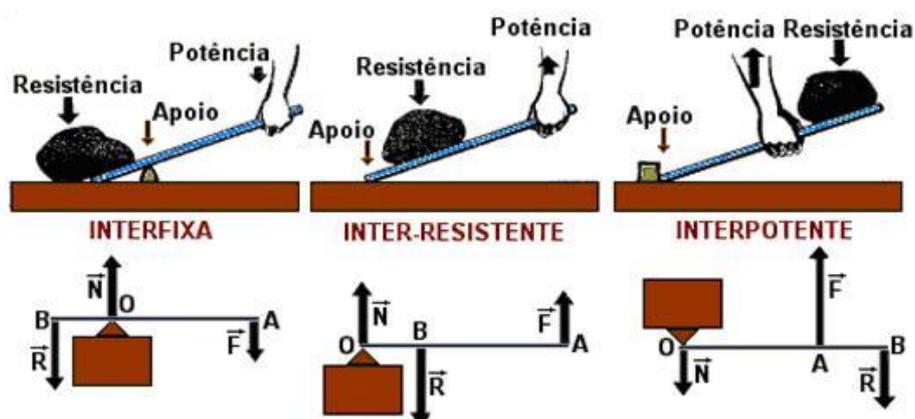
3. PARTES DE UMA GRUA:

-ALAVANCA:

A grua tem uma viga horizontal que gira em um local chamado de ponto de apoio. A alavanca funciona da seguinte forma, na extremidade mais curta do braço, é colocado um peso para equilibrar ambas as partes no momento que o objeto na extremidade mais longa do braço é erguido.

Na grua há uma alavanca interfixa, com um apoio no meio que equilibra o torque das duas outras pontas.

Figura 7 – tipos de alavancas



Fonte: <<http://polemicascomm.blogspot.com.br/2012/11>> (Acessado em 20/06/2017)

3.1. -CILINDRO HIDRAULICO:

Cilindros hidráulicos podem ser usados para auxiliarem no levantamento da carga e, às vezes, para mover o braço.

3.2. -CONTRAPESO

O contrapeso é um peso que é colocado do lado oposto de onde a carga está sendo levantada (braço menor) e que serve para equilibrar ambos os lados. Fazendo assim que todo o peso do conjunto seja transferido para o ponto de apoio e, assim, evitando que a grua tombe, caia ou estrague.

Figura 8 – Contrapeso



Fonte: <http://cuadernotecnojavier.blogspot.com.br/2014/06/gruas-de-torre.html>(Acessado em 20/06/2017)

3.3. -BASE:

A base é quem suporta todo o peso da grua e geralmente é colocada em uma base de concreto reforçada, neste concreto é onde são colocados grandes chumbadores em uma profundidade enorme para ter uma boa e confiável sustentação.

Figura 9 – Base



Fonte: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/182/manutencao-de-gruas-a-manutencao-preventiva-envolve-testes-e-285932-1.aspx>(Acessado em 20/06/2017)

3.4. -LANÇA (BRAÇO):

É a parte do que possui um carrinho na parte inferior que contém roldanas, que percorrem todo seu comprimento, esta é a parte que puxa, move e sustenta a carga.

3.5. -LANÇA MENOR:

É o local onde ficam localizados os contrapesos que geralmente são feitos de concreto. É também onde fica localizado o motor e/ou o sistema eletrônico da grua.

Figura 10 – Lanças



Fonte:

http://www.brasil.geradordeprecos.info/reabilitacao/Trabalhos_preliminares/Andaimos_e Equipamento_de_elevacao/Gruas_torre/Aluguel_de_gua_torre.html(Acessado em 20/06/2017)

3.6. -TORRE:

A torre é o corpo da guindaste, é o que transmite o peso do conjunto superior para a base. Acima dela ainda se encontram o suporte giratório juntamente com a cabine do operador.

Figura 11 – Torre fixa



Fonte: http://www.wikiwand.com/es/Gr%C3%B3fica_torre(Acessado em 20/06/2017)

3.7. -POLIA:

A grua trabalha com sistema de polias moveis, no caso deste protótipo estes estão na disposição cardenal. São seis polias sendo um conjunto de três na parte de baixo fixa e conjunto de três moveis, que podem ser descrito pela equação.

$$F_{\text{carretel}} = \frac{F_{\text{lança}}}{2 * N}$$

N = número de polias móveis presas ao mesmo conjunto

Quando a extremidade cabo no carretel é puxada, as roldanas proporcionam uma multiplicação da força aplicada para levantar a carga. Esse feito é conhecido como vantagem mecânica.

Figura 12 - Polias



Fonte: http://pt.made-in-china.com/co_cmechenan/image_1-7-8-Nylon-Plastic-Rope-Pulleys-Swivel-Poultry-Equipment-Comonents_hehegiuny_QBSEMZsCMKpy.html (Acessado em 20/06/2017)

3.8. -MOTO REDUTOR:

Moto-reductor é um sistema integrado de força motriz, que contém um motor elétrico e uma engrenagem de redução interligados. Ele proporciona usar pequenos motores, que por sua vez geram maior economia e, ao mesmo tempo, consegue fornecer uma grande força matriz em baixa rotatividade. São facilmente encontrados em elevadores, macacos para carros, entre outras coisas em que são necessárias aplicar força em uma velocidade reduzida.

Figura 13 – Moto Redutor



Fonte: <http://www.rtc.net.br/comentarios-importantes-sobre-motoredutores/>(Acessado em 20/06/2017)

3.9. -MANCAIS DE ROLAMENTO:

Segundo fulano(ano), os mancais servem como apoio de rolamentos e, em alguns casos como em motores, eixos; que são peças de rotação em máquinas e em diversas coisas. São produzidos, em maior parte, de ferro fundido. São separados em duas partes em sua maioria e em alguns casos, é uma estrutura só.

Figura 14 - Mancal



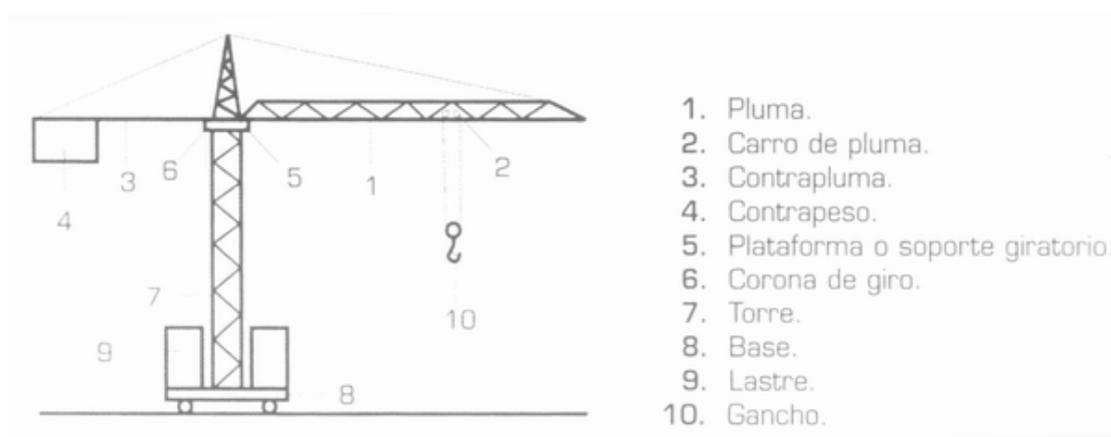
Fonte:

http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/instalacoes_e Equipamento_industrial/sul-importadora-de-rolamentos/produtos/aceessorios/mancal-com-rolamento(Acessado em 20/06/2017)

3.10. -ESTRUTURA EM TRELIÇA:

É uma estrutura formada por algo rígido (madeira, alumínio, aço, etc.). Segundo fulano(ano),cada parte desse material, chamado de barra, fica conectada com outras por pontos que são chamados de nós. Com isso, as forças são destinadas aos nós, sendo exercida assim, força de tração e compressão nas mesmas.

Figura 15 - Estrutura



Fonte: <http://www.monografias.com/trabajos32/grua-torre/grua-torre.shtml>(Acessado em 20/06/2017)

Foram utilizados dois tipos de treliças neste projeto grua, na treliça vertical que suporta todo o peso do projeto com as cargas, é uma treliça estilo Warren com apoios, esse nome se dá pela sua idéia fazer um desenho de W na sua estrutura. Já na parte superior na lança usamos uma treliça estilo Pratt muito utilizada em telhados.

3.11. HISTÓRICO DE ACONTECIMENTOS DO PROJETO:

Após a escolha do projeto, foi definido o cronograma, houve a aquisição dos materiais e iniciou a montagem.

Na compra dos materiais o grupo se deparou com a questão da qualidade e o padrão que seria adotado para este trabalho, então houve a necessidade de realizar diversos testes para saber qual se enquadraria melhor a nosso favor.

Todas as quartas-feiras o grupo se reunia conforme o cronograma e continuava a confeccionar as peças estruturais da grua.

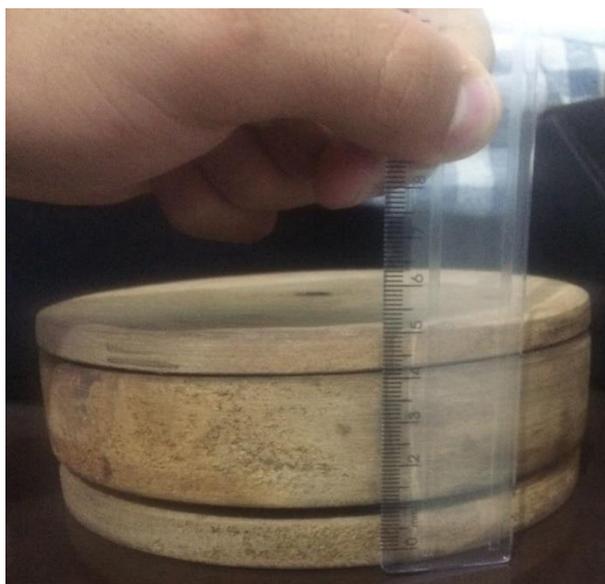
O medo e pressão do grupo de achar que não conseguiria cumprir com o tempo proposto, influenciou em persistir no erro de continuar fabricando sem previamente dimensionar e projetar a nossa grua.

O grande problema do grupo foi ter começado a construção do protótipo, antes de elaborar um projeto sobre o que seria feito, e pular as etapas de como planejar, calcular e analisar; o grupo foi audaciosos, já que deixou de lado etapas cruciais, como: aplicação de cálculos sobre sua geometria, e que, sem suas previsões, a construção do protótipo ficou sujeito ao erro. Ação essa, característica do “Jeitinho Brasileiro”, onde o grupo teve a atitude de talvez praticar está tarefa de um modo inseqüente e sem o seu devido plano de desenvolvimento, em busca de um método mais cômodo

O grupo colheu os frutos desse comportamento, foi necessário aplicar os métodos aprendidos num projeto já iniciado, gerando desorientação por parte do planejamento. Após uma reavaliação, o grupo mudou sua concepção para assim, dar continuidade no projeto.

Essa foi uma das grandes críticas realizadas pelos professores em uma das apresentações feitas nas aulas de TAI; tais críticas fizeram o grupo perceber que realmente estava errado, já que o que estava criando algo que não se tinha uma certeza convicta se poderia ou não dar certo, sendo assim, todos professores presentes naquela reunião aconselharam o grupo a pesquisar mais sobre, calcular e projetar, como deveria ser feito, e o porquê, para saber de antemão se daria certo.

Figura 16 – Base giratória



Fonte: (Próprios autores)

Após isso, o grupo se deparou com um grande desafio, pois já havia decorrido mais da metade do prazo que havia para se terminar o projeto e protótipo, decidiu se então absorver o máximo que podia sobre as críticas, e novamente o grupo voltou para o projeto e planejamento antes de construir as partes seguintes. Foi pesquisado e estudado em conjunto para entender completamente ou quase que completo o processo que seria adotado. Após se

entender como fazer, foi percebido através dos cálculos que as partes do protótipo que foram feitas antes sem o projeto adequado e o devido planejamento estavam superdimensionadas. A torre da grua, a parte que foi feita intuitivamente sem um projeto com base nos cálculos e determinações necessárias, aguentou bem mais do que a necessidade estipulada, este erro acarretou em gasto excessivo de material, e um aumento no tempo da confecção das peças.

O erro de não projetar devidamente antes de confeccionar o protótipo, mostrou que, um projeto realmente exige tempo e dedicação, e que a falta ou a falha deste acarreta retrabalhos, desperdícios, excessos e faltas, colocando todo o investimento, e pessoas envolvidas em risco.

O cronograma foi cumprido, como havia se estabelecido no começo, porem foi preciso o grupo reunir algumas vezes a mais além do planejado anteriormente.

4. O papel da disciplina de tai no decorrer do processo:

O grupo procurou entender o real significado da disciplina TAI, e percebeu que ele tem importante papel na nossa fundamentação no curso, já que ele nos propõe a construir projetos de engenharia que só veríamos no futuro; também ajudou a conectar as matérias que temos em sala de aula, fazendo uma integração geral, e ainda mais importante, é o trabalho em equipe desenvolvido, já que é de grande importância para qualquer engenheiro, e em TAI, isso já é uma habilidade desenvolvida desde o começo.

Também com o auxílio do trabalho feito dentro da disciplina com base na obra, Aprenda a estudar, que tem como autor Estanqueiro, o grupo assimilou novos conhecimentos e métodos, dentre eles entender como ter autoconfiança.

A disciplina de TAI 1 através deste projeto proporcionou aos integrantes do grupo:

- Integração através da dinâmica de grupo.
- Percepção da responsabilidade concernente ao projetar, adquirida.
- Novos conteúdos foram assimilados no processo.
- Gerou uma percepção real e prática das aplicações práticas das matérias estudadas.
- Melhor organização do tempo disponível.
- Desenvoltura e articulação para palestrar e falar em público.
- Melhor organização e padronização textual

5. METODOLOGIA:

5.1. PLANEJAMENTO INICIAL:

A partir do momento que o grupo escolheu qual seria o projeto que seria abordado, foi decidido iniciar diretamente na fabricação das estruturas da torre com base no conhecimento prático que alguns integrantes do grupo já tinham e no estudo superficial que o grupo fez das funções e formas de construções de treliças. O plano inicialmente era que depois que a parte física do protótipo ficasse pronta, era pretendido entender o real processo e colocar o projeto e seus cálculos no papel.

Em comum senso, o grupo decidiu como seria o projeto, e como seria desenvolvido. Feito isso, era necessária aquisição dos materiais para começar a construção do mesmo, então após reunião do grupo foi estipulado e decidido o que seria necessário.

Logo após, que foi feita a aquisição dos materiais o grupo deparou com várias dificuldades na questão da montagem, pois não havia um projeto de antemão, o que resultou em uma sequência de tentativas e erros até ser encontrada uma possível melhor forma.

Após o primeiro dia de construção, foi percebido pelos membros do grupo que, não seria nada fácil nem rápido, ao contrário, levaria muito tempo, então foi decidido que um cronograma era necessário, para que se cumprisse o prazo para apresentação do trabalho. Foi dividido o trabalho por semanas, já que as reuniões eram realizadas em todas as quartas para confecção da grua.

Tabela 1– Cronograma

1ª SEMANA	1	Definição dos grupos;
	2	Pesquisa de idéias;
	3	Escolha de idéia a ser explorada;
2ª SEMANA	1	Pesquisa sobre grua;
	2	Teste de montagem;
	3	Definição do método de montagem;
3ª SEMANA	1	Compra dos materiais;
	2	Montagem do gabarito e porteirinhas;
	3	Esboço do projeto;
	4	Preparação para apresentação do projeto;
4ª SEMANA	1	Apresentação do projeto;
	2	Mudança do sistema de montagem;
5ª SEMANA	1	Relatório do trabalho;
	2	Reunião para confecção de treliças;
6ª SEMANA	1	Reunião para confecção de treliças;
7ª SEMANA	1	Reunião para confecção de treliças;
8ª SEMANA	1	Reunião para confecção de treliças;
	2	Apresentação do projeto mais elaborado.;
9ª SEMANA	1	Reunião para confecção de treliças;
10ª SEMANA	1	Reunião para confecção de treliças;
11ª SEMANA	1	Ultimos testes
	2	Acabamento
12ª SEMANA	1	Apresentação do TAI

Fonte: Próprios autores;

Foram realizados vários testes de força e de qualidade para se supor as resistências as diversas forças aplicadas, e capacidades do material, e com os cálculos foi elaborado um projeto mais elaborado para continuar a construção da grua.

5.2. FABRICAÇÃO

O protótipo se deu como uma linha de montagem, onde os integrantes do grupo eram igualmente divididos em trabalhos diferentes para chegar ao processo final, tendo também um revezamento de trabalho, para que todos entendessem como funciona a atual fabricação em que estava.

A montagem se iniciou pela base da grua, onde seria feita por treliças de palitos de picolé, e a reforçamos em uma estrutura de quatro peças iguais, construindo então um retângulo feito de treliças.

Figura 17 – Treliças



Fonte: (Próprios autores)

Em seguida foram confeccionadas as peças da base giratória, utilizando máquinas operatrizes, uma peça que fica ao topo da torre, para que se consiga movimentar o braço giratório, podendo assim levar a carga de um lado para outro.

Feito isso, iniciou-se a montagem e ligação das peças, e então depois de planejar melhor como seria feito o braço giratório, iniciou-se a sua fabricação e montagem.

Relacionando esse trabalho ao Fordismo, observa-se que há uma relação entre eles, onde usamos da “linha de montagem, especialização do trabalho, padronização” e nos diferenciamos deles em “produção em larga escala, e produção para consumo em massa”.

Fazendo alusão ao filme tempos modernos, onde há uma grande crítica ao modelo Fordismo, que consiste no uso de esteiras e no trabalho individual, envolve um progresso de montagens até o produto final, e cada trabalhador era determinado a processar a sua etapa de forma repetitiva e sistemática. Marcado pela revolução Industrial, este modelo se mostrava, apesar de tudo, capaz de produzir maior quantidade e em menor tempo, estratégia ideal para o produtor.

Por essas diretrizes, foi conduzido o progresso na construção da grua, percebendo o grupo a eficiência do sistema de linha de produção, logo organizou-se para a execução, inspirados nesse modelo. Com algumas diferenças, cada integrante do grupo era responsável por uma função, mas durante o processo havia um revezamento de funções até a finalização da peça, para que todos aprendessem funções diferentes. Assim ganhou-se tempo, tanto para melhor o planejamento, quanto para a finalização de outras responsabilidades. Na figura 18 mostra parte deste processo.

Figura 18 – Linha de produção



Fonte: (Próprios autores)

O desenvolvimento e construção hoje proporcionados se devem ao entendimento de importantes estudos, como pela prática, vindas por grandes inventores, com o papel fundamental, na atual sociedade. Buscando comodidade, saúde, melhorias, eficiência como também pela ciência, fazendo que o meio científico se desenvolvesse, como foram citados em apresentações no período de maio/junho; Tesla, Edison, Einstein, Marie Curie, Kepler, Newton e Stephen Hawking impulsionaram a sociedade em um nível mais talentoso.

A grua proporcionou muito à sociedade atual, e faz parte da grande história da humanidade, com importante influência, mudanças diretas e transformação do ambiente em que vivemos e ou trabalhamos, o que para o grupo, há um sentimento de comprometimento ao bom desenvolvimento, para a melhor representação, transmitindo tamanha importância social.

Pode se mencionar também os três grandes influenciadores e criadores da sociologia, que divergem em suas características, mas com grande importância em cada questão social. Na sociologia, no cenário de aplicação, podemos combinar, que tais diretrizes buscam entender a ação do homem, como também, neste projeto, que busca auxiliar e tornar o homem ainda mais

capaz, usado para bons fins, tanto pela razão quanto a emoção. É notório que, o emprego do guindaste é bem visto pela sociologia por transmitir uma melhor condição de vida para todos dentro da sociedade.

Para a construção do projeto, foram necessárias algumas ferramentas, tais como:

- Lixadeira;
- Alicate;
- Chave Philips;
- Chave fenda;
- Torno mecânico;
- Fresa;
- Furadeira;
- Brocas;
- Chave de boca 6 mm para parafuso sextavado;
- Canivete;
- Estilete;
- Trena;
- Parquímetro;
- Caneta;
- Régua;
- Esquadro;
- Serra circular.

6. CUSTO FINAL E TEMPO DE PRODUÇÃO:

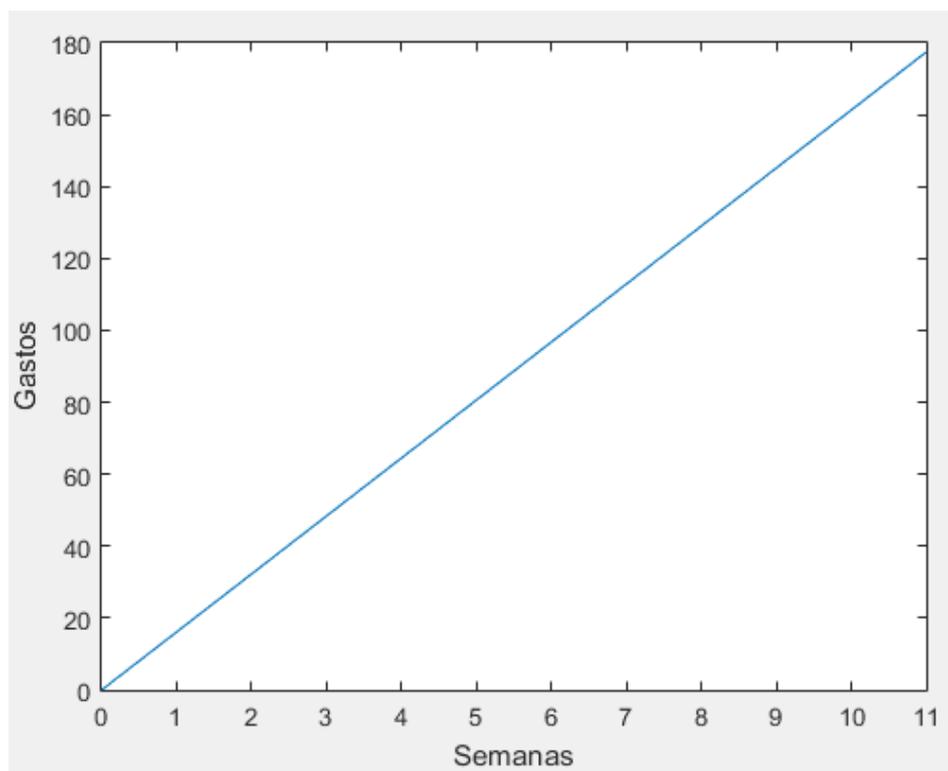
Foram gasto ao todo, aproximadamente 180 reais (R\$180,00), incluindo os palitos de picolé, as colas usadas no processo, as roldanas, polias, mancais, cordas, base giratória, e os demais componentes.

- 1300 (mil e trezentos) palitos de sorvete: R\$65,00

- 5 (cinco) colas de silicone: R\$25,00
- 1 (um) tubo de silicone: R\$10,00
- 3 (três) colas instantânea: R\$15,00
- 1 (uma) corda (7 m): R\$5,00
- 2 (duas) roldanas: R\$40,00
- 02 (duas) toras de madeiras de 60 mm: Material aproveitado
- 01 (um) rolamento de 50x90x20mm: Material aproveitado
- 01 (uma) base de madeira de 1000x1000mm: Material aproveitado
- 01 (um) jogo de polias móveis: Material aproveitado
- 400 (quatrocentos) pregos de 0.8x9mm: Material aproveitado
- 01 (uma) manivela: Material aproveitado
- 01 (um) gancho: Material aproveitado
- 01 (uma) plataforma de compensado

Para a construção e término do trabalho, juntamente com os testes, levamos aproximadamente onze semanas para conclusão dos mesmos, com algumas alterações posteriores no projeto.

Figura 19 – Gastos



Fonte: (Próprios autores)

Essa função: $F(x) = 16.13x$ representa aproximadamente os gastos feitos no projeto, em função do tempo, sendo feita pelo programa computacional MatLab, demonstrada pela figura 20;

7. COMPROMISSO E PARTICIPAÇÃO DOS INTEGRANTES:

Em geral, o comprometimento com o grupo foi adequado e estável, sendo assim, foi possível trabalhar em conjunto a todo tempo, sempre ajudando uns aos outros, e compreendendo o máximo possível do trabalho.

8. ENVOLVIMENTO DE CTS (CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE):

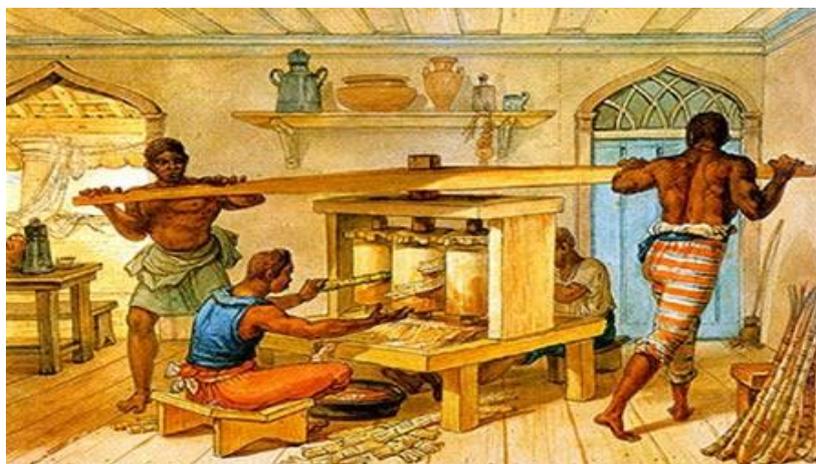
Este grupo de trabalho se propôs ao desenvolvimento de uma grua, com o entendimento de que esse tipo de equipamento é instrumentado pela Ciência e suas Tecnologias e que tem importância direta no desenvolvimento da Sociedade (CTS) em que atua.

Santos (1989) diz que o CTS é o fruto de um movimento surgido na Europa que buscava estudar a relação entre a sociedade os avanços tecnológicos e científicos, analisando de forma crítica os benefícios e malefícios que estas mudanças traziam ao meio social. É uma concepção que coloca a sociedade em conjunto a ciência e tecnologia (C&T), com vistas à maior produtividade e melhor qualidade de vida.

De acordo com ele, o surgimento de guindastes, gerou desenvolvimento da sociedade, que ganhou novos ares, tornando possível desenvolver construções melhores e favorecendo melhores condições de trabalho para os operadores. De início, foram desenvolvidos formatos mais rústicos que, com o passar do tempo, foram ganhando melhorias e ampliando suas capacidades em benefício à população.

Historicamente, a escravidão tem acompanhado a humanidade, tendo sido praticada por diversos povos e em diferentes épocas. Regime baseado na exploração forçada de mão-de-obra, a escravidão foi comumente motivada pela intolerância étnico-racial – especialmente o racismo. Há séculos e ainda nos dias de hoje, o racismo provocou mudanças e definiu o destino de muitas pessoas. Realidade nos tempos de colônia do Brasil, a escravização de africanos foi o regime de trabalho predominante no país por mais de 300 anos. Muitas vezes, os escravos eram obrigados a executar deveres que fugiam de seus limites, levando à exaustão e ao sofrimento.

Figura 20 – Trabalho escravo



Fonte: http://educadenize.blogspot.com.br/2014_12_01_archive.html (Acessado em 20/06/2017)

O advento de novas tecnologias possibilitou a substituição gradual do trabalho braçal pelo trabalho mecanizado, permitindo uma melhoria na carga de trabalho do dia-a-dia. Apesar da escravidão, esses avanços contribuíram para tornar as tarefas menos cansativas. A partir dos avanços tecnológicos, surgiram novos métodos, diferentes formas de manuseios e novos instrumentos, incluindo o guindaste (grua).

9. PROJETANDO:

Como dito inicialmente a parte inicial do trabalho foi elaborada sem um projeto para dirigi-lo, percebendo o erro o grupo decidiu daí por diante elaborar o projeto das partes ainda não concluídas juntamente analisar o estava concluída para ver se suportaria a necessidade antes definida.

Como a necessidade era de suspender uma carga de até 5 Kg e movimentar a mesma dentro de um raio de 550 mm o grupo voltou se para conhecer os estudos relacionados as resistências dos materiais. Foi assimilado que, sobre um corpo, podem atuar cinco tipos de esforços. Esses são:

- Tração, esforço que tende a alongar o objeto no sentido da força aplicada;
- Compressão, esforço que tende a encurtar o objeto no sentido da força aplicada;
- Cisalhamento, esforço que tende a deslocar paralelamente duas seções de um mesmo objeto (força cortante);
- Flexão, esforço que tende a modificar o eixo geométrico de um objeto;
- Torção, esforço que tende a girar seções de um objeto em relação a outras.
-

Posteriormente, seguiu se para analisar quais os esforços atuariam sobre o protótipo do projeto. Entendendo o funcionamento do sistema de treliças planas, percebeu se que os esforços internos nessa treliça, se resumem em compressão e tração.

Como os integrantes do grupo não conheciam quais propriedades da madeira (palito de picolé) que seria utilizado, foram utilizada as definições de madeiras brandas da tabela 3 que se segue.

Tabela 2 – Resistência dos materiais

TENSÕES ADMISSÍVEIS (de Trabalho) e PESOS ESPECÍFICOS para Diferentes Materiais de Construção.

Materiais	p. Espec. (kg/m ³)	Tração (kg/cm ²)	Compressão (kg/cm ²)	Cisalhamento (kg/cm ²)	Flexão (kg/cm ²)
FERRO					
Laminado	7650	1250	1100	1000	1250
Fundido	7200	300	800	240	300
MADEIRAS*					
Duras	1050	110	80	65	110
Semi-duras	800	80	70	55	80
Brandas	650	60	50	35	55
ALVENARIA					
Pedra	2200	-	17	-	-
Tijolos comuns	1600	-	7	-	-
Tijolos furados	1200	-	6	-	-
Tij. Prensados	1800	-	11	-	-
CONCRETOS					
Simples 1:3:6	2200	-	18	-	-
Armado 1:2:4	2400	-	45	-	-
Ciclópico 1:3:6	2200	-	18	-	-

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABZOEAF/res-mat-pdf?part=2#> (acessado em: 20/06/2017)

Ainda em dúvidas, foram feitas simulações, testes de esforços de flexão e tração; neste tempo, era necessário calcular a área da seção do palito. Com base nas propriedades da interpretação geométrica do módulo do produto vetorial que diz que no paralelogramo determinado por dois vetores, que a área da base é o módulo dos mesmos, vezes seno do ângulo; com a seção de um palito em mãos, foi estabelecida a altura como ordenada e a largura como abscissa partindo da origem. A partir destas diretrizes a área da mesma foi calculada da forma que se segue:

$$A = |\vec{u} \times \vec{v}| \text{Aplicando, } A = |0.2 \times 1| = 0.2 \text{ cm}^2$$

Figura 21 – Dimensões do palito



Fonte: (Próprios autores)

Conclui seque este palito suporta:

- Compressão 10 kg (paralelo as fibras);
- Compressão 7 kg (ortogonais as fibras);
- Tração 12 kg;
- Flexão 11 kg (com a distância entre apoios de 2 cm, e força aplicada no centro do palito).

Para o teste de tração que foi feito (teste destrutivo), não se dispunha de recursos para realizá-lo, pois demandava um peso excessivo, então foi seccionado o palito na seguinte medida: 0,2 x 0,5 (cm), a figura 23 demonstra o este palito seccionado ao lado de uma palito de fósforo para termos de comparação.

Figura 22 - Palito



Fonte: (Próprios autores)

Teste destrutivo:

Com a área da seção deste palito em mãos obtida no mesmo método do palito não seccionado, analisou se os dados da tabela 3 referentes a madeiras e calculamos para a área deste palito seccionado.

Na sequência foi colocado um suporte (sargento) fixando uma das extremidades, e na outra um outro suporte, e neste colocado peso até o rompimento do palito. Constatou se neste teste, que quando ultrapassou uma pequena margem do que os cálculos previram, o palito rompeu.

Concluiu se então que a referência obtida da tabela e calculada para área do palito estava de acordo com o nosso material, pois, como a madeira é considera um material frágil, ao chegar em seu limite, por possuir baixa ductibilidade, o mesmo rompeu.

Explicando esse processo, sabe-se que, as principais propriedades das matérias são resistência, elasticidade, dureza, ductibilidade.

Neste caso, a madeira é anisotrópica, sendo influenciável pelo sentido da fibra e condições do ambiente, como umidade e temperatura.

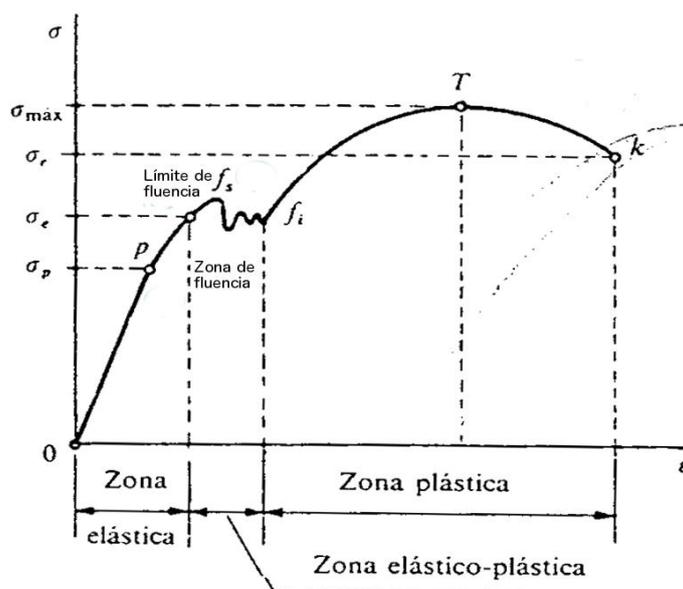
Tração e compressão são forças axiais, pois atuam no mesmo eixo.

A deformação plástica está relacionada diretamente com as forças das ligações interatômicas, decorrente do deslocamento de átomos (ou moléculas).

Ductibilidade corresponde à alongação total do material devido à deformação plástica; sendo assim, um material é considerado frágil quando sua deformação de fratura é inferior a 5%.

Na figura 24 é possível visualizar a transição entre a zona elástica e a zona plástica, estas variam de acordo com as propriedades explicadas anteriormente.

Figura 23 – Tensão x Deformação



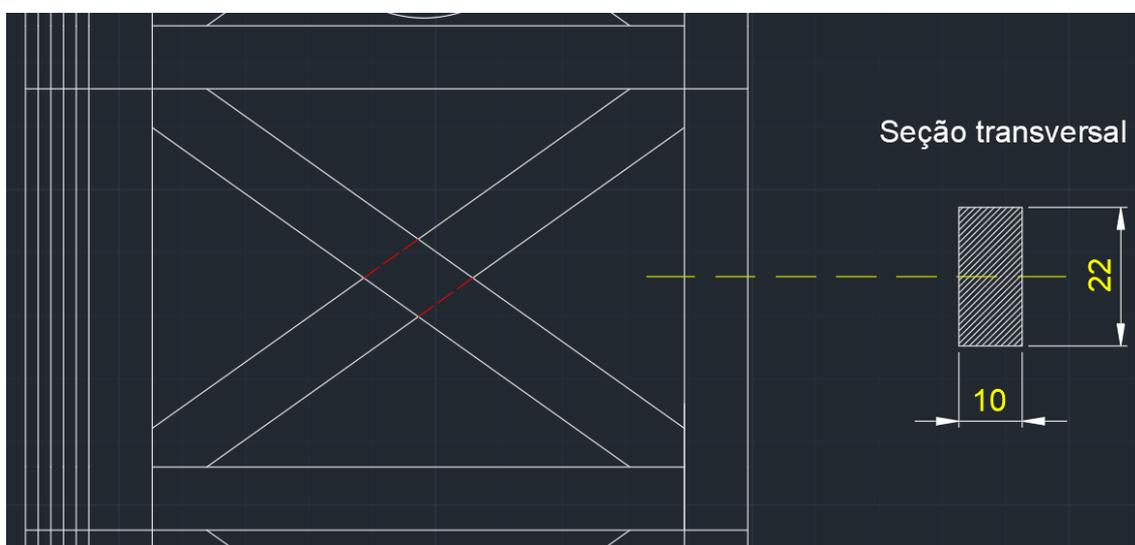
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Limite_de_escoamento#/media/File:Fluencia.jpg (Acessado em 20/06/2017)

Como mostrado no gráfico acima, conforme aplica-se tensão em um corpo de prova, obtém diversos comportamentos, divididos basicamente por três zonas, qualquer tensão aplicada na zona elástica faz com que o material, não sofra nenhum tipo de deformação permanente, diferente das outras plástica onde ocorre a deformação permanente, já na zona elástico-plástica pode ou não ocorrer deformações.

Conhecendo desde princípios, foi calculado se era possível prosseguir com o projeto a partir do que já havia construído, calculando a resistência de tração e compressão de cada coluna da torre.

Inicialmente foi calculada a área de cada coluna da torre aplicando o mesmo princípio anteriormente: $A(\text{seção}) = |\vec{u} \times \vec{v}|$ Aplicando, $A = |2,2 \times 1| = 2.2 \text{ cm}^2$.

Figura 24 – Seção transversal



Fonte: (Próprios autores)

Concluimos que cada coluna suporta:

- Compressão 110 kg (paralelo as fibras);

- Tração 132 kg;

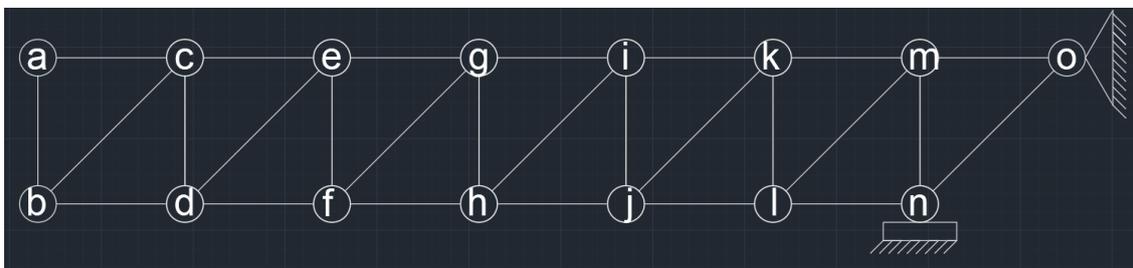
Foi trabalhando com essas duas forças, pois no caso das treliças, são utilizados apenas estes esforços.

Com estes cálculos em mãos, concluiu se que a torre suportaria os esforços que o braço, contrapeso e carga fariam sobre ela.

Posteriormente foi feito o desenho e o dimensionamento do braço. Iniciamos a partir da necessidade de suspender uma carga de até 5 Kg e movimentar, esta, dentro de um raio de 550 mm. Com o raio de trabalho e a carga, foram feitas análises sobre as possíveis disposições de montagem da treliça, de acordo com o material (palitos de picolé), para que fosse possível uma montagem que evitasse emendas, principalmente nas diagonais; com estes critérios, através de testes, se chegou na disposição de 80x80 (metade da distância entre a parte externa do vértice à interna, ligadas umas às outras, ou seja a distância entre os nós).

Inicialmente, foi definido os pontos de apoio no qual se fixaria a treliça. Chamamos esses pontos de Ponto N (apoio do 3º gênero) e Ponto O (apoio do 2º gênero) e a partir daí, foi feito o desenho de barras e nós como está disposto na figura 26.

Figura 25 – Croqui dos nós



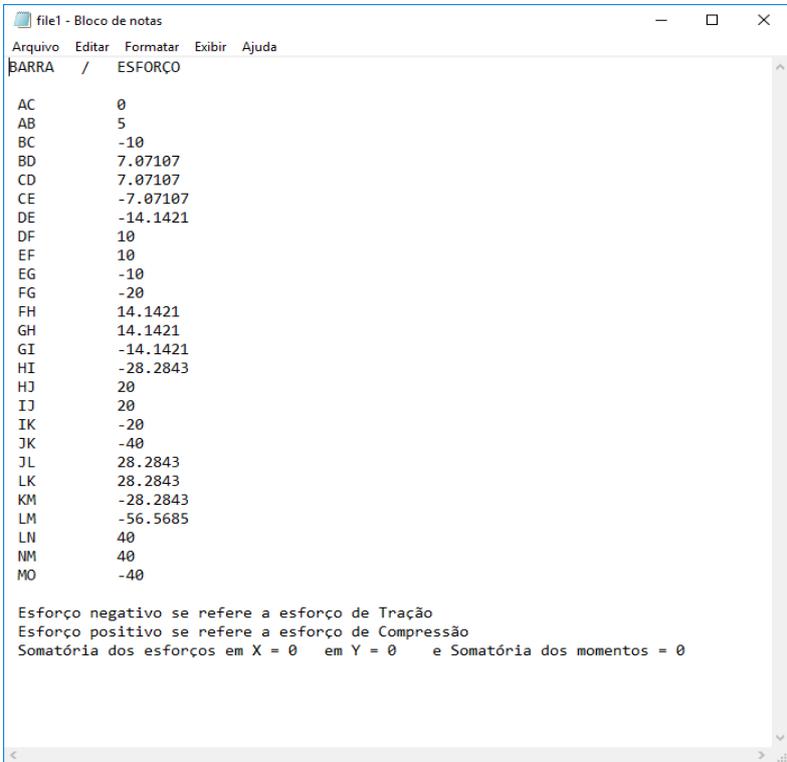
Fonte: (Próprios autores)

O sistema de cálculos para treliças planas isostáticas que utilizamos é comumente chamado de método dos nós, que consiste em determinar as forças isoladamente em cada barra, a partir de cada nó tendo em vista as reações das forças aplicadas na treliça.

Com o auxílio do Matlab, foram feitos tais cálculos, onde teoricamente, em todo o processo, aplicamos os princípios de produto vetorial e produto escalar entre vetores.

Dando como entrada, peso aplicado = 5 kg; tamanho da haste horizontal = 8 cm; tamanho da haste vertical = 8 cm. O programa nos forneceu como saída, a tabela no bloco de notas, conforme a figura 27, que demonstra as forças resultantes em cada barra, as barras são os componentes que ligam os nós, os quais podem ser visualizados na figura 26.

Figura 26 - Matlab



```

file1 - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
BARRA / ESFORÇO

AC      0
AB      5
BC     -10
BD     7.07107
CD     7.07107
CE    -7.07107
DE   -14.1421
DF      10
EF      10
EG     -10
FG     -20
FH    14.1421
GH    14.1421
GI   -14.1421
HI   -28.2843
HJ      20
IJ      20
IK     -20
JK     -40
JL    28.2843
LK    28.2843
KM   -28.2843
LM   -56.5685
LN      40
NM      40
MO     -40

Esforço negativo se refere a esforço de Tração
Esforço positivo se refere a esforço de Compressão
Somatória dos esforços em X = 0 em Y = 0 e Somatória dos momentos = 0

```

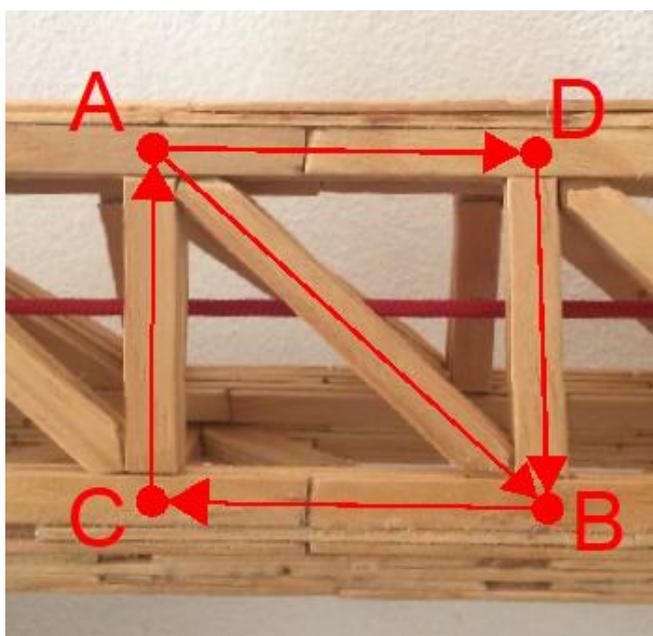
Fonte: (Próprios autores)

Da mesma forma foi calculado o restante das treliças do protótipo.

Para identificar medidas e ângulos foram tomados os seguintes procedimentos:

Imagine quatro pontos como a figura 28 na treliça com as seguintes composições

Figuras 27 – Pontos



Fonte: (Próprios autores)

- $A = (0,80)$; $C = (0,0)$; $D = (80,80)$; $B = (80,0)$;

Esses quatro pontos, compõem retas com seus vetores diretores.

- $\overrightarrow{AD} (80, 0)$; $\overrightarrow{DB} (0, -80)$; $\overrightarrow{BC} (-80, 0)$; $\overrightarrow{CA} (0, 80)$; $\overrightarrow{AB} (80, -80)$;

E como visto, para calcular o ângulo entre dois vetores, usa a equação:

- $\cos \theta = \frac{|\overrightarrow{AB} \cdot \overrightarrow{AD}|}{|\overrightarrow{AB}| |\overrightarrow{AD}|}$

$$\text{Aplicando-se } \cos \theta = \frac{|(80, -80) \cdot (80, 0)|}{\sqrt{80^2 + (-80)^2} \cdot \sqrt{80^2 + 0^2}} = \frac{|6400|}{\sqrt{12800} \sqrt{6400}} = \frac{6400}{113,13 \cdot 80} = 0.70$$

Quando deseja se encontrar o ângulo em graus aplica se: arco cos (0.70)
= 45°

O grupo também realizou vistas, cortes e perspectiva isométrica utilizando todo o aprendizado adquirido na matéria de Desenho Técnico lecionada pelo professor Luiz Viana a fim de ter base para execução da grua obtendo noção da quantidade de materiais e um auxílio na montagem do mesmo.

Para uma melhor compreensão do projeto da grua, foi utilizado o primeiro diedro para realizar as vistas principais, ou seja, vista frontal, vista lateral esquerda e vista inferior. Depois de ser decidido o diedro, foi feita a configuração dos layers onde é possível obter linhas de espessuras e cores diferente, desta maneira há uma diferenciação entre aresta oculta e arestas visíveis, linhas principais entre outras.

Na respectiva matéria de Desenho Computacional, vendo alguns projetos que abrangem a área mecânica, a unidade de medida mais utilizada está em milímetros, segue esse padrão nas cotas do desenho deste projeto. Por ser um elemento vazado os cortes ficariam redundantes já que com as informações obtidas pelas vistas é o suficiente para compreender o desenho por isso só foi feito na base giratória o corte AB.

A figura 28 e 29 mostram imagens retiradas do projeto no programa computacional AutoCAD, estas figuras se referem à vista frontal e lateral da torre.

Figura 28 – Vista frontal

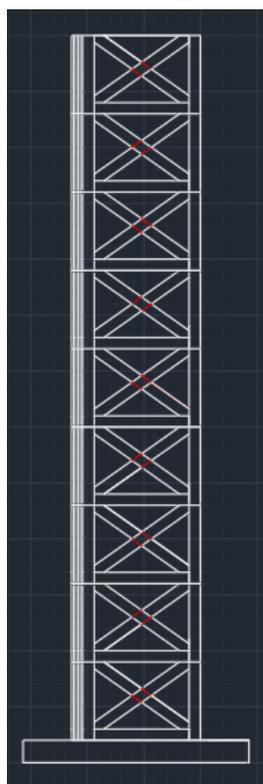
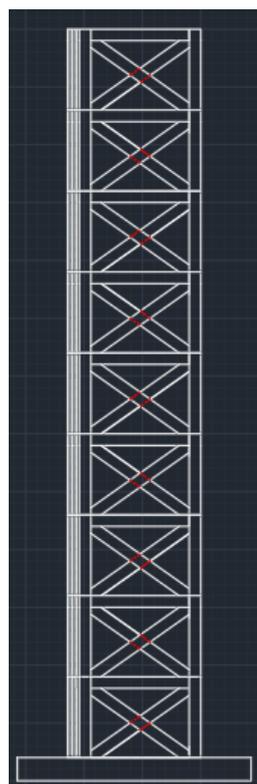


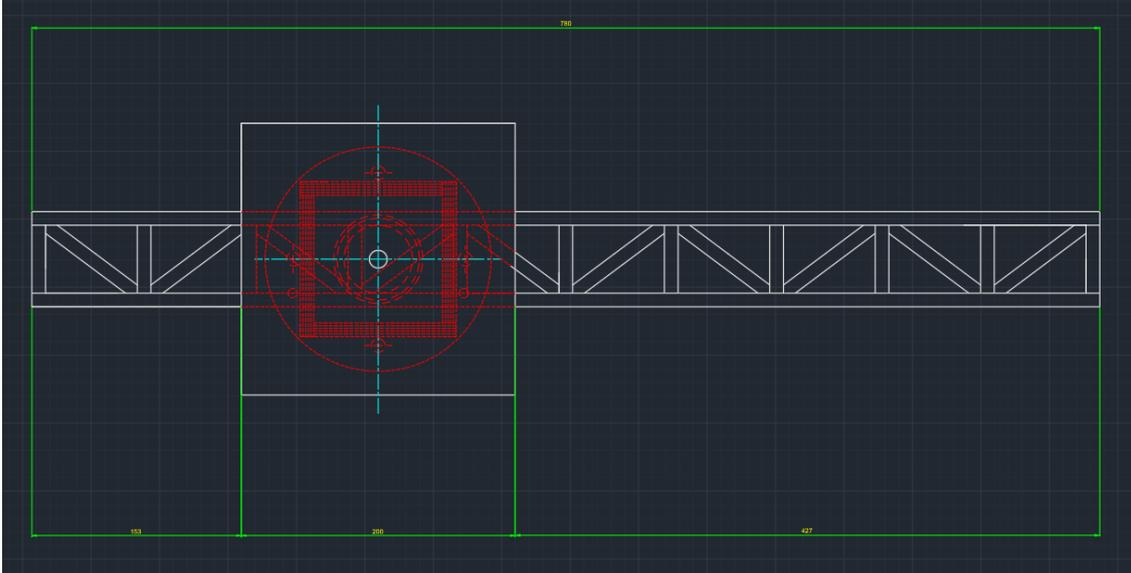
Figura 29 – Vista lateral



Fonte: (Próprios autores)

A figura 30 se refere a vista inferior do protótipo.

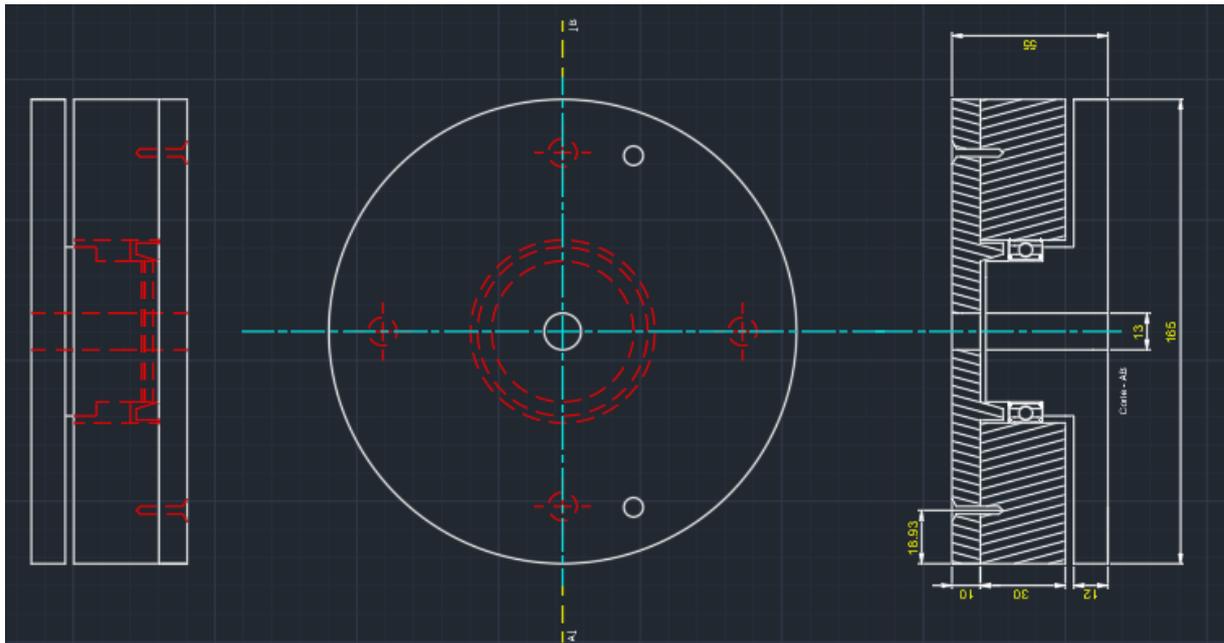
Figura 30 – Vista inferior



Fonte: (Próprios autores)

A figura 31 se refere a base giratória do protótipo.

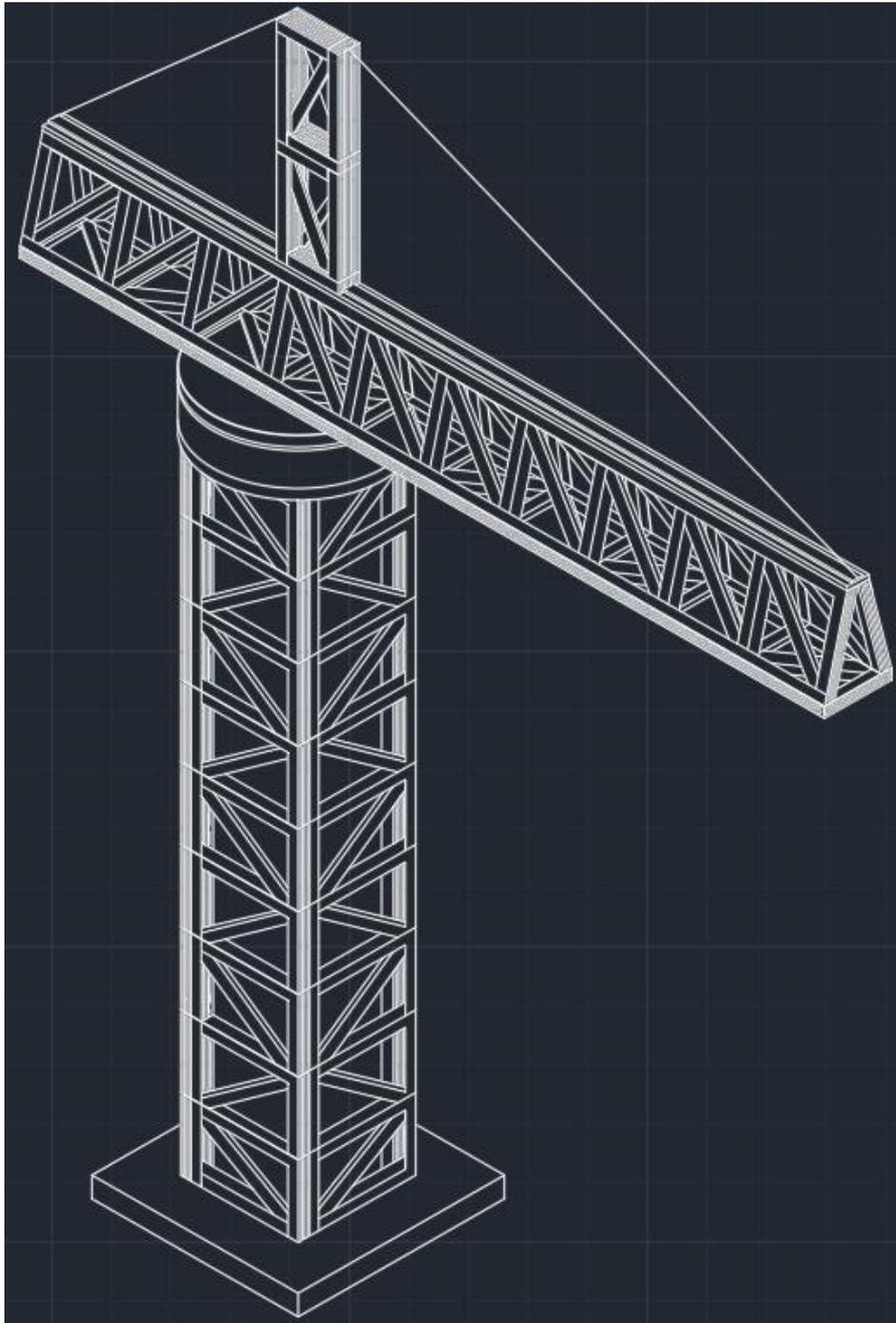
Figura 31 – Croqui da base



Fonte: (Próprios autores)

A perspectiva isométrica é uma forma de apresentar o projeto tridimensional e esta função pode ser feita no AutoCAD como foi visto em sala de aula, desta forma foi realizado a figura 32a demonstra.

Figura 32 – Perspectiva Isométrica



Fonte: (Próprios autores)

10. DESLOCAMENTO DE CARGA:

Para se deslocar a carga, é girada a manivela está enrola a corda que puxa o jogo de polias, pode ser descrito da seguinte forma:

- 1 rotação da manivela enrola ou desenrola 91 mm (aproximadamente) de corda no carretel.

- No conjunto de roldanas móveis (disposição cardenal) a cada 6 mm, tem 1 mm de deslocamento na corda que é presa à carga. Este sistema é descrito assim: para $\frac{1}{2n}$ onde “n” é o número de roldanas móveis dispostas no cardenal, neste caso $\frac{1}{6}$ de redução; então puxando 91 mm (equivale uma volta da manivela), em três roldanas móveis na disposição cardenal, tem-se 15,1 mm de deslocamento da corda que é presa a carga.

A cada 1 RPS (rotação por segundo) da manivela, há um deslocamento de 15,1 mm por segundo.

1 RPS = 1,51 cm de deslocamento da carga por segundo;

60 RPM = 90,6 cm de deslocamento da carga por minuto.

Para o deslocamento de cargas no sentido de elevação, foi estabelecido o critério de iniciar o deslocamento com uma aceleração suave partindo da velocidade 0 até uma velocidade ideal, mantendo essa velocidade até um momento antes do ponto onde se deseja parar com a carga, a partir desse momento se emprega uma aceleração suave contrária ao movimento até o momento da parada da carga.

Com base no movimento uniformemente variado, foi descrito este processo em 3 etapas. Para uma aceleração suave, neste protótipo estipulamos a aceleração de $0,303 \text{ cm/s}^2$, em 10 segundos. Esta velocidade de aceleração foi definida com base em testes, que emprega um deslocamento inicial suave a carga, ao fim do tempo, tem-se uma velocidade de $1,51 \text{ cm/s}$, que requer aproximadamente 1 volta da manivela por segundo, mantém esta velocidade até um determinado tempo antes da parada, daí em diante começa uma desaceleração até o movimento de parada.

Em funções temos:

- 1ª Etapa:

$$f1(x) = \frac{1}{2}ax^2$$

$a = 0,303 \text{ cm/s}^2$;

$D(f1) = \text{IR } [0 \ 10]$;

$Y1$ = corresponde ao deslocamento da carga.

Velocidade de aceleração definida em $0,303 \text{ cm/s}^2$, onde “x” é o tempo, e $f1(x)$, ou seja, y se refere ao espaço que se deslocou a carga e x o tempo em que ela for deslocada, neste caso “a” interfere na velocidade final de acordo com x que é o seu tempo.

- 2ª Etapa:

$$f2(x) = \frac{f1(10)}{10}x$$

Neste caso a velocidade se mantém, alterando apenas o deslocamento;

$D(f2) = \text{IR } [10 \ 20]; \mid 10 \leq x \leq 20$;

- 3ª Etapa:

$$f3(x) = f2(k) - \left(\frac{1}{2}(a(x - j)^2 - f1(10))\right)$$

$D(f3) = \text{IR } [20 \ 30]$.

Onde “k” é o último número do intervalo do domínio de $f2$; e “j” é o último número do domínio de $f3$.

Todo este processo pode ser vistos representados na figura 34 onde a curva vermelha representa a primeira etapa, reta azul representa a segunda etapa e curva verde representa a terceira etapa.

Figura 33 - Funções



Fonte: (Próprios autores)

Neste caso as derivadas nos mostram a aceleração no tempo exato:

- Derivada da 1ª etapa:

$$f_1'(x) = ax, D(f_1) = \text{IR } [0 \ 10];$$

- Derivada da 2ª etapa:

$$f_2'(x) = \frac{f_1(10)}{10}, D(f_2) = \text{IR } [10 \ 20]; \mid 10 \leq x \leq 20;$$

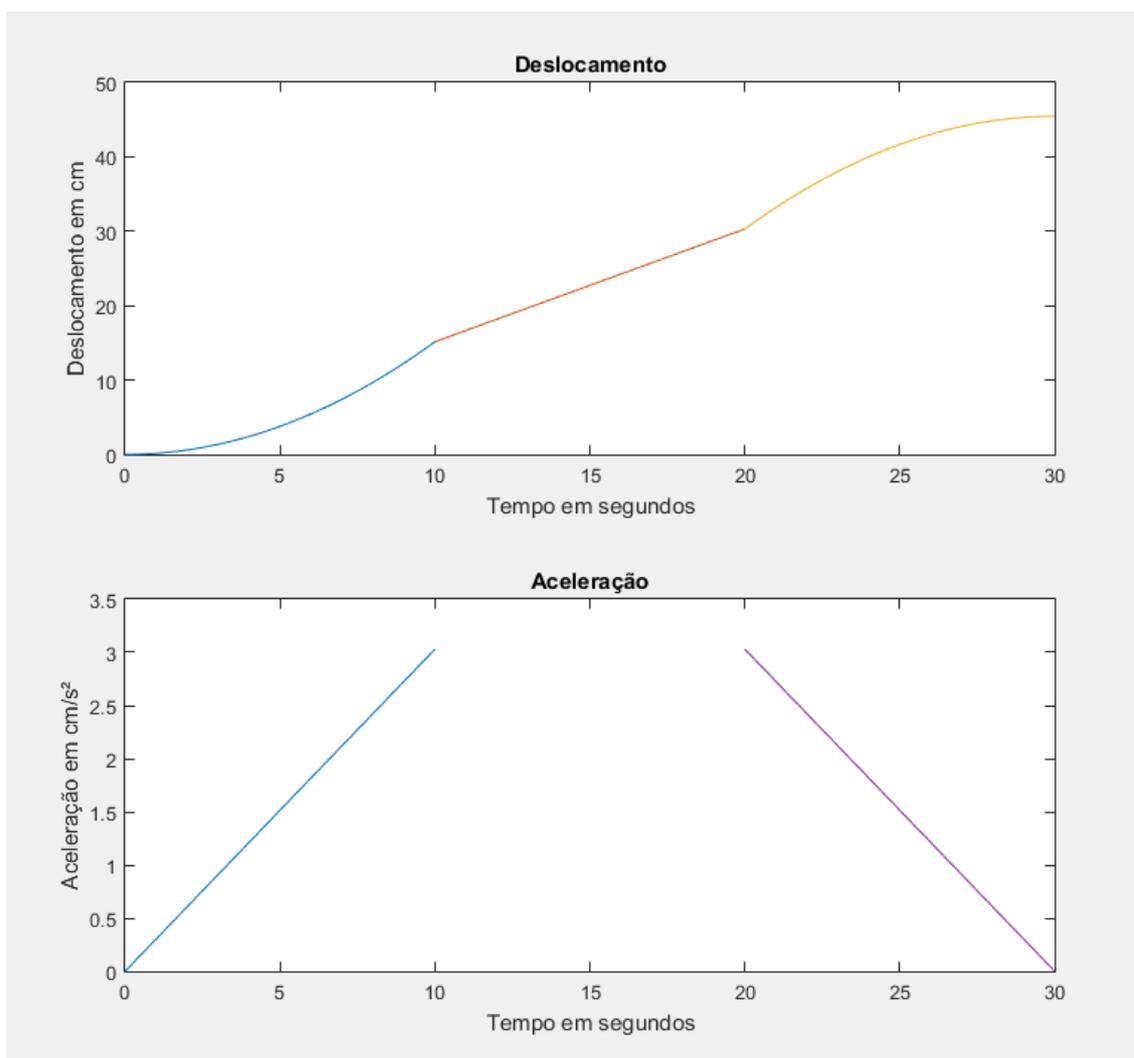
Obs.: Como a derivada é uma constante, percebemos que, nesse momento, teoricamente, não existe aceleração.

- Derivada da 3ª etapa:

$$f_3'(x) = -ax + j, D(f_3) = \text{IR } [20 \ 30].$$

Na figura 34 e 35 é possível ver as funções e suas derivadas.

Figura 34 – Deslocamento e Aceleração



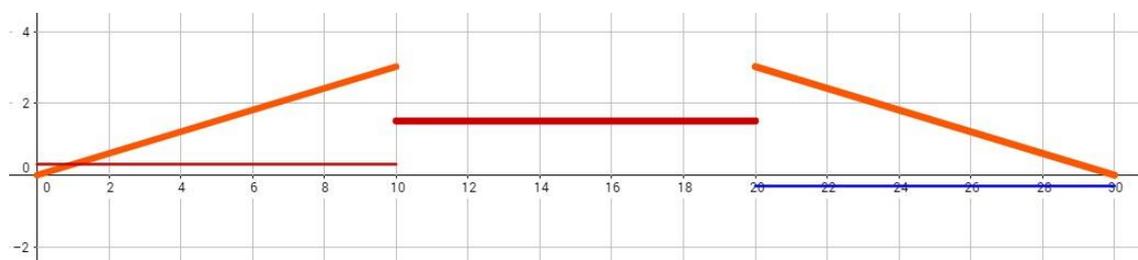
Fonte: (Próprios autores)

No gráfico da figura 35 é visto as derivadas segundas representadas pelas linhas finas vermelhas e azul, estas dão uma noção da forma da construção do gráfico, indicam também se a aceleração neste intervalo é positiva ou negativa.

$$f1''(x) = a$$

$$f3''(x) = -a$$

Figura 35 – Derivada segunda



Fonte: (Próprios autores)

Na tabela 3 segue a lista de materiais que foi feita na área *layout* do programa AutoCAD.

Tabela 3 – Lista de materiais

Nº	PEÇA	QNT	MATERIAL
1	TÁBUA	1	MADEIRA 200x200x20 mm
2	PARAFUSO	8	CABEÇA REDONDA COM FENDA
3	SUPORE DE FIXAÇÃO 1	2	TRILHO DIN 35X210 mm
4	SUPORE DE FIXAÇÃO 2	2	TRILHO DIN 35X140 mm
5	PARAFUSO DO SUPORTE 1	2	CABEÇA ESCAREADA COM PHILLIPS
6	LATERAL DA TORRE	4	PALITOS DE PICOLE
7	BASE GIRATÓRIA	1	MADEIRA RECICLADA
8	PARAFUSO DA BASE GIRATÓRIA	4	CABEÇA ESCAREADA COM FENDA
9	ROLAMENTO DA BASE GIRATÓRIA	1	MATERIAL RECICLADO
10	ANEL TRAVA DA BASE GIRATÓRIA	1	EXTERNO DIAMETRO 4 mm
11	PARAFUSO DO SUPORTE 2	2	CABEÇA CILÍNDRICA ABALLADA COM PHILLIPS
12	LATERAL DO BRAÇO	3	PALITO DE PICOLÉ
13	SUPORE DO CONTRAPESO	1	MADEIRA RECICLADA E CABO DE VASSOURA
14	EIXO DE GIRO	1	PALITO DE PICOLE
15	CONJUNTO DE ROLDANA FIXA	1	PLÁSTICO
16	CONJUNTO DE ROLDANA MÓVEL	1	PLÁSTICO
17	ROLDANA FIXA	2	PLÁSTICO
18	ARAME	2m	19 AWG
19	CORDA	7m	TRANÇADA 3,5 mm
20	PESO	1	POTE COM AREIA
21	GANCHO COM PRESILIA	1	MATERIAL RECICLADO
22	PALITO DE PICOLÉ	1300	MADEIRA DE BAIXA DE DENSIDADE
23	COLA	1	SILICONE
24	COLA	1	BRANCA
25	TARRAXA	250	MATERIAL RECICLADO
26	MANIVELA	1	MADEIRA RECICLADA
27	ROLAMENTO DA MANIVELA	2	18002

Fonte: Próprios autores

Todo trabalho foi baseado nas normas da ABNT e no desenho não foi diferente, seguimos as normas:

- NBR 8403 (aplicações de linhas em desenhos – tipos de linhas – larguras de linhas);
- NBR 6158 (sistema de tolerância e ajuste);
- NBR 6409 (tolerância geométrica);
- NBR 8404 (indicação do estado de superfícies em desenho técnico).

REFERÊNCIAS DE BIBLIOGRÁFICAS:

ABECOM, **O que são mancais e para que servem?** Disponível em:
<<http://www.abecom.com.br/o-que-sao-mancais/>>. Acesso em 20/06/2017.

CARO, P.: **Ciclo de Conferências "O Futuro do Futuro"**, in Jornal Público de 2001

Civilização Engenharia, Como funcionam os guindastes torre. Disponível em:
<<https://civilizacaoengenhaira.wordpress.com/2012/12/22/como-funcionam-os-guindastes-torre/>>. Acesso em 18/06/2017.

Colégio de Arquitetos, O que é treliça? Disponível em:
<<http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2009/02/o-que-e-trelica/>>.
Acessado em: 20/06/2017.

Eae Máquinas, Gruas versáteis para a elevação e movimentação de cargas. Disponível em: <<https://www.eaemaquinas.com.br/products/grua/gruas-versateis-para-a-elevacao-e-movimentacao-de-cargas/>>. Acesso em 18/06/2017.

eHow Brasil, O que é um motoredutor? Disponível em:
<http://www.ehow.com.br/motoredutor-sobre_72192/>. Acesso em 20/06/2017.

LANGER, L. A.; BAPTISTA, R.. SINDICAF-PR, **Uso de gruas traz vantagens e segurança na realização de obras**. Disponível em:
<<http://www.fiepr.org.br/sindicatos/sindicaf/News21531content204097.shtml>>. Acesso em 19/06/2017.

Portogente, Guindaste. Disponível em:
<<https://portogente.com.br/portopedia/73053-guindaste>>. Acesso em 18/06/2017.

Santos, E.. **Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético**. 1998

Slide Share, História do guindaste. Disponível em:
<<https://pt.slideshare.net/Guindastes/histria-do-guindaste>>. Acesso em 16/06/2017.

11. APÊNDICES:

11.1. -SCRIPT MATLAB:

Faz os cálculos das treliças:

```

clear
clc
carg=input('Entre com o valor da carga a ser elevada em Kg ');
disp(' ')
carga=-carg;
barrav=input('Entre com o tamanho em cm das barras verticais ');
disp(' ')
barrah=input('Entre com o tamanho em cm das barras horizontais ');
disp(' ')
barrad=(barrav^2+barrah^2)^(1/2);
sfx=0;
Nv=((barrav*7*carga)/(barrav*1));
sm=(barrav*7*carga)-(Nv*barrav);
Oh=0;
Ov=carga-Nv;
sfy=carga-Nv-Ov;
a=atand(barrav/barrah);
b=atand(barrah/barrav);
sina=sind(a);
cosb=cosd(b+180);
cosa=cosd(a);
AC=0;
AB=-carga;
BC=-((AB/sina)^2+(AB/cosa)^2)^(1/2);
BD=-(cosa*BC);
CD=-(sina*BC);
CE=-(cosb*BC);
DE=-((CD/sina)^2+(CD/cosa)^2)^(1/2);
DF=-(cosa*DE);
EF=-(sina*DE);
EG=-(cosb*DE);
FG=-((EF/sina)^2+(EF/cosa)^2)^(1/2);
FH=-(cosa*FG);
GH=-(sina*FG);
GI=-(cosb*FG);
HI=-((GH/sina)^2+(GH/cosa)^2)^(1/2);
HJ=-(cosa*HI);
IJ=-(sina*HI);
IK=-(cosb*HI);
JK=-((IJ/sina)^2+(IJ/cosa)^2)^(1/2);
JL=-(cosa*JK);
LK=-(sina*JK);
KM=-(cosb*JK);

```

```
LM=-((LK/sina)^2+(LK/cosa)^2)^(1/2);
LN=-(cosa*LM);
NM=-(sina*LM);
MO=-(cosb*LM);
```

```
txt=fopen('aaaaaaa','w+');
fprintf(txt,'BARRA / ESFORÇO\n\n');
fprintf(txt,' AC      %g \n',AC)
fprintf(txt,' AB      %g \n',AB)
fprintf(txt,' BC      %g \n',BC)
fprintf(txt,' BD      %g \n',BD)
fprintf(txt,' CD      %g \n',CD)
fprintf(txt,' CE      %g \n',CE)
fprintf(txt,' DE      %g \n',DE)
fprintf(txt,' DF      %g \n',DF)
fprintf(txt,' EF      %g \n',EF)
fprintf(txt,' EG      %g \n',EG)
fprintf(txt,' FG      %g \n',FG)
fprintf(txt,' FH      %g \n',FH)
fprintf(txt,' GH      %g \n',GH)
fprintf(txt,' GI      %g \n',GI)
fprintf(txt,' HI      %g \n',HI)
fprintf(txt,' HJ      %g \n',HJ)
fprintf(txt,' IJ      %g \n',IJ)
fprintf(txt,' IK      %g \n',IK)
fprintf(txt,' JK      %g \n',JK)
fprintf(txt,' JL      %g \n',JL)
fprintf(txt,' LK      %g \n',LK)
fprintf(txt,' KM      %g \n',KM)
fprintf(txt,' LM      %g \n',LM)
fprintf(txt,' LN      %g \n',LN)
fprintf(txt,' NM      %g \n',NM)
fprintf(txt,' MO      %g \n\n',MO)
fprintf(txt,' Esforço negativo se refere a esforço de Tração \n')
fprintf(txt,' Esforço positivo se refere a esforço de Compressão \n')
fprintf(txt,' Somatória dos esforços em X = %g   em Y = %g   e Somatória dos
momentos = %g \n\n',sfx,sfy,sm)
fclose(txt)
```

Faz os cálculos das funções de deslocamento e aceleração:

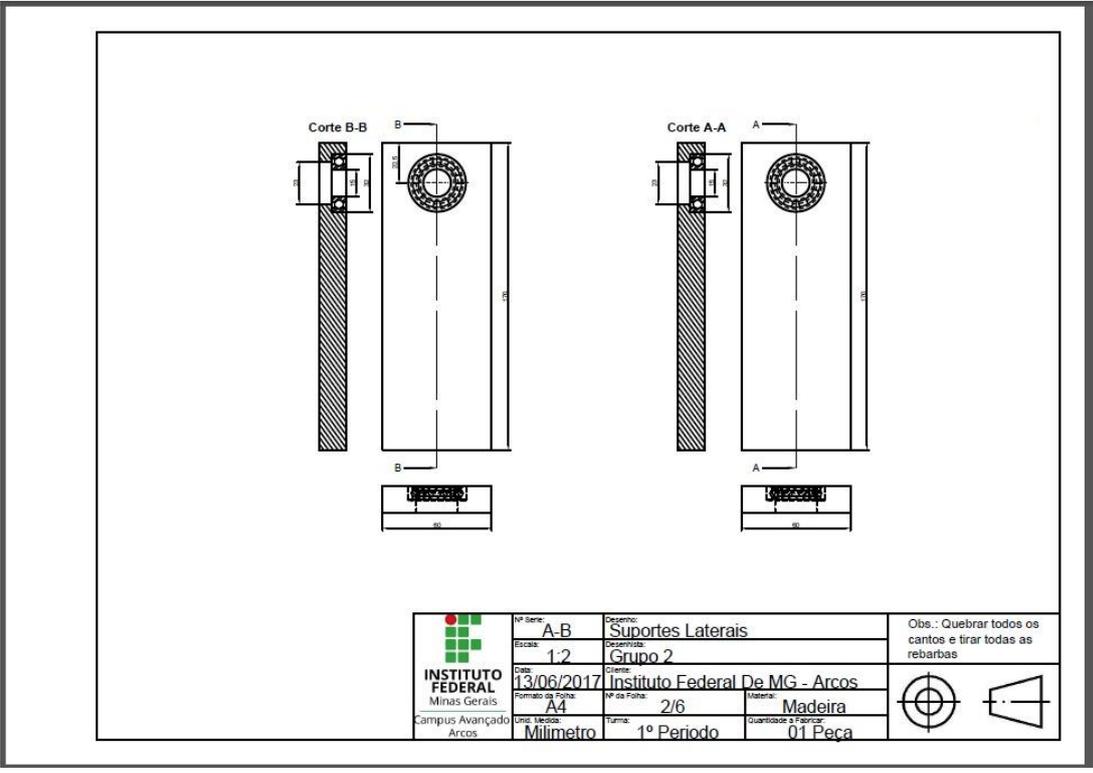
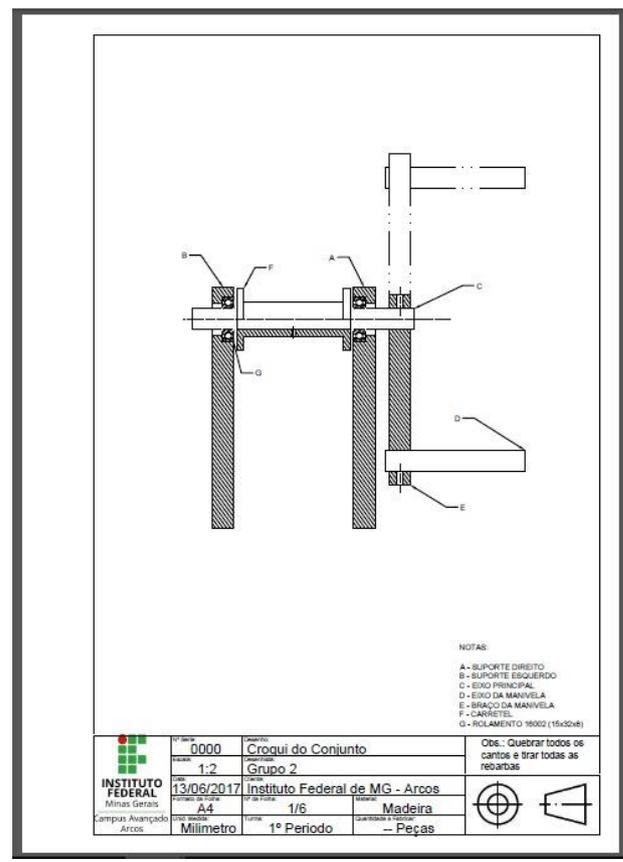
%Simulação de deslocamento velocidade e aceleração do protótipo

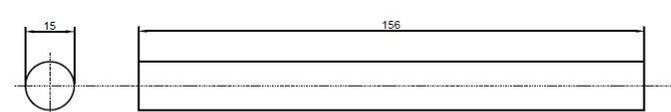
```

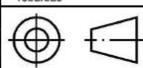
clc
clear
disp('Entre com a rotação gerada pela manivela')
a=input('insira aceleração em cm/s², por padrão 0,303cm: ')
x1=0:0.2:10;
x12=5
x2=10:0.2:20;
x3=20:0.2:30;
x32=25
f1x=0.5*a*x1.^2
f2x=((0.5*a*10.^2)/10)*x2
f3x=((0.5*a*10.^2)/10)*20)-(1/2*a*(x3-30).^2-(0.5*a*10.^2))
f11=0.5*a*2*x1
f12=(0.5*a*10.^2)/10
f13=-a*0.5*2*x3+9.09
f11=a
f13=-a
subplot(2,1,1)
plot(x1,f1x,x2,f2x,x3,f3x)
title('Deslocamento')
ylabel('Deslocamento em cm')
xlabel('Tempo em segundos')
subplot(2,1,2)
plot(x1,f11,x2,f12,x3,f13)
title('Aceleração')
ylabel('Aceleração em cm/s²')
xlabel('Tempo em segundos')

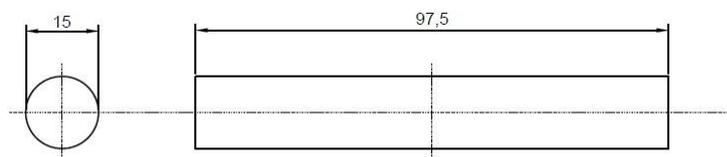
```

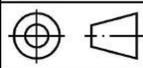
11.2. -IMAGENS:

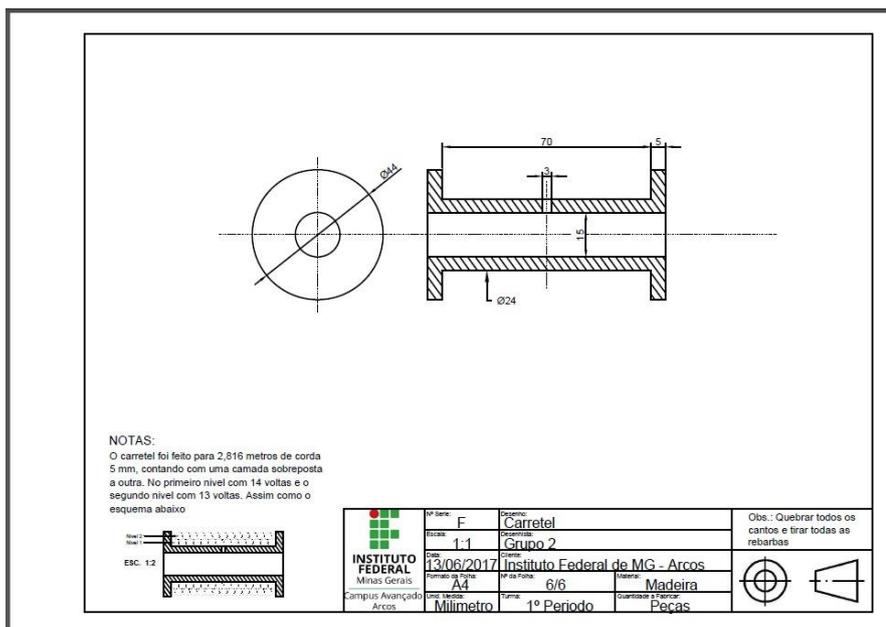
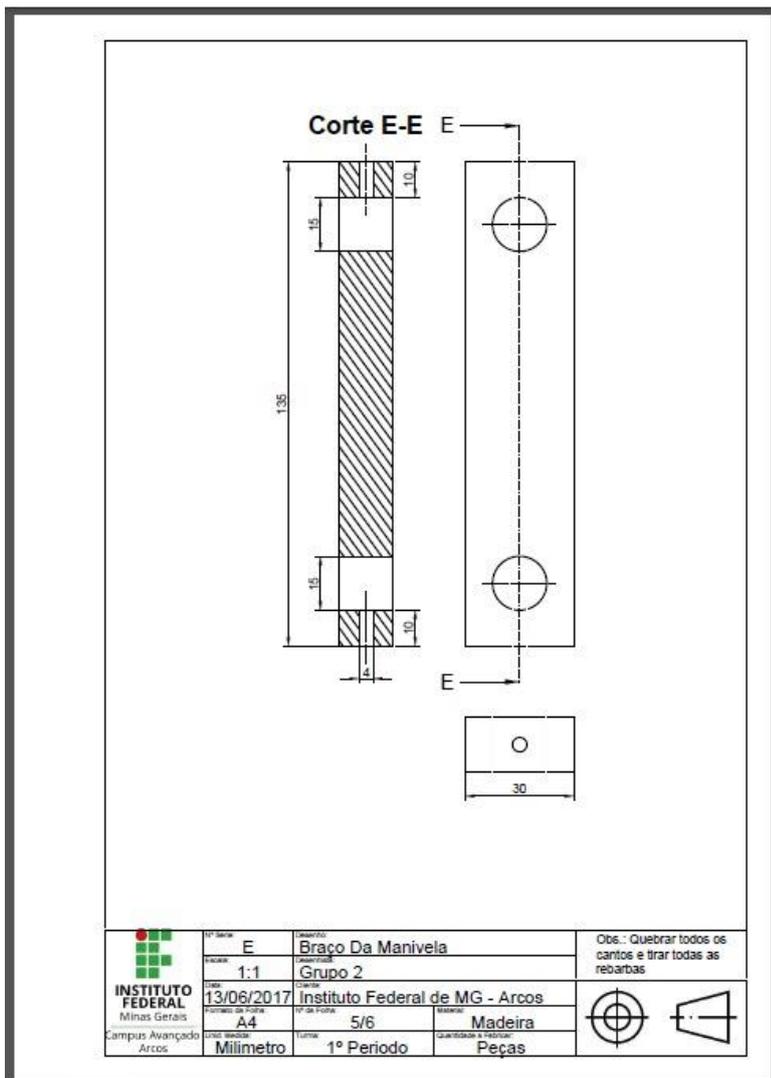


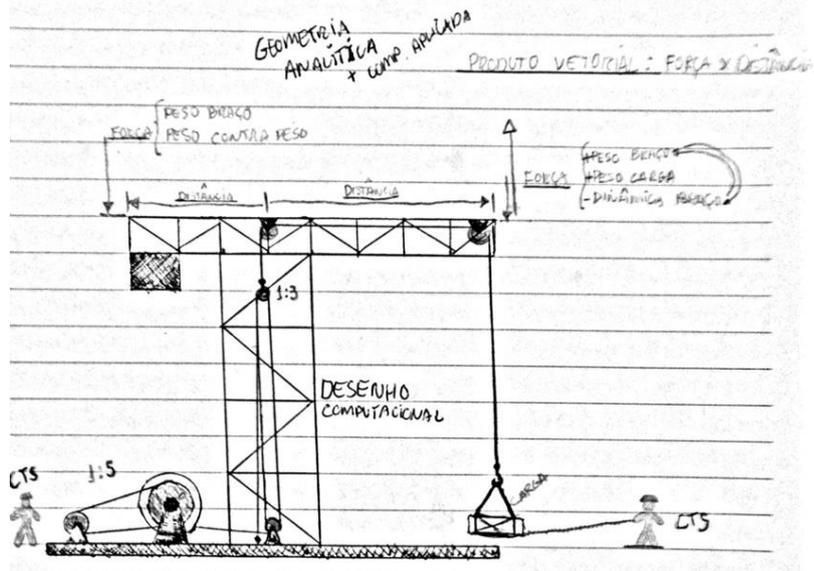
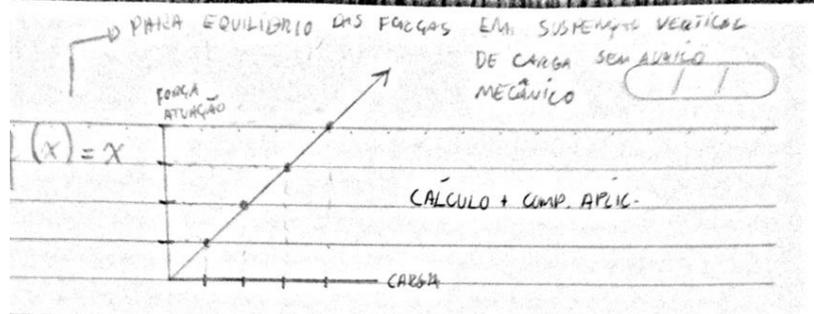


 INSTITUTO FEDERAL Minas Gerais Campus Avançado Arcos	Nº Serie: C	Grupo: Eixo Principal	Obs.: Quebrar todos os cantos e tirar todas as rebarbas
	Escala: 1:1	Disciplina: Grupo 2	
	Data: 13/06/2017	Instituto Federal de MG - Arcos	
	Formato da Folha: A4	Nº da Folha: 3/6	
	Unid. Medida: Milimetro	Turma: 1º Período	Quantidade e Fabricar: 01 Peça



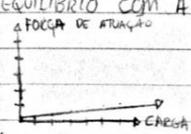
 INSTITUTO FEDERAL Minas Gerais Campus Avançado Arcos	Nº Serie: D	Grupo: Eixo Da Manivela	Obs.: Quebrar todos os cantos e tirar todas as rebarbas
	Escala: 1,5:1	Disciplina: Grupo 2	
	Data: 13/06/2017	Instituto Federal de MG - Arcos	
	Formato da Folha: A4	Nº da Folha: 4/6	
	Unid. Medida: Milimetro	Turma: 1º Período	Quantidade e Fabricar: Peças





FORÇA DE ATUAÇÃO PARA EQUILÍBRIO COM A CARGA:

$$f(x) = \frac{x}{5}$$



PARA LEVANTAR
 FORÇA > $f(x)$
 PARA ABAIXAR
 FORÇA < $f(x)$

$\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = \frac{x}{5}$
 CÁLCULO + COMP. APLICADA

$x \Rightarrow$ (PRODUTO VETORIAL TAMANHO BRAÇO PELA DINÂMICA DO BRAÇO) - CARGA SEJA 20% DO PRODUTO VETORIAL DO TAMANHO DO BRAÇO PELA SUA DINÂMICA.

