

UTILIZAÇÃO DE MINAS EXAURIDAS DE TOPÁZIOS IMPERIAIS PARA FORMAÇÃO DE LAGOAS PARA AQUICULTURA: TRANSFORMANDO PASSIVOS AMBIENTAIS EM ATIVIDADES RENTÁVEIS.

Hilda da Penha e Silva ¹; Thiago Henrique de Almeida Gramigna ²; Reginato Fernandes dos Santos ³

1 Hilda da Penha e Silva, Bolsista (PIBIC-IFMG), Licenciatura em Geografia, IFMG Campus Ouro Preto, Ouro Preto - MG; hildapenhas@gmail.com

2 Thiago Henrique de Almeida Gramigna, Programa de pós-graduação em Ecologia, UFRJ, Rio de Janeiro – RJ

3 Orientador: Pesquisador do IFMG, Campus Ouro Preto; reginato.fernandes@ifmg.edu.br

Área de concentração: Geoecologia- 1.07.05.05-8

Palavras-chave: aquicultura, piscicultura, mineração exaurida, topázio-imperial.

RESUMO

A mineração é uma atividade muito importante economicamente. Cidades como Ouro Preto dependem muito dos recursos provenientes da mineração incluindo de gemas preciosas. O topázio imperial é uma gema de alto valor e que só tem exploração comercial na atualidade em Ouro Preto. Entretanto, as minerações geram grandes prejuízos ambientais com a transformação da paisagem e destruição ambiental. As minas exauridas geram importantes passivos ambientais que segundo a legislação brasileira precisam ser sanados com a restauração das áreas. Uma forma interessante de se fazer isso é utilizar os buracos ou cavas das minas abandonadas gerados pela extração de topázios para a formação de lagoas para a aquicultura, especialmente a piscicultura, pois transformaria passivos ambientais em novas atividades rentáveis e reduziria muito o custo inicial de implantação da piscicultura em relação a construção de tanques escavados que são onerosos. Para esse fim foi usada uma área exaurida de mina de topázio imperial na Estrada Velha de Rodrigo Silva e também um outro tanque escavado para a formação de lagoa como grupo controle e foram adicionados 500 alevinos em cada tanque. Então foram realizadas análises mensais ao longo do experimento do pH e turbidez da água das lagoas e pH da água dos riachos que as mantêm e acompanhamento do desenvolvimento dos peixes por análises biométricas (massa e comprimento). Os resultados mostraram a eficiência do uso dessas áreas para a formação de lagoas e criação de tilápias. O custo de implementação da lagoa na cava da mina exaurida foi muito inferior a criação de uma nova lagoa. As condições da água se mantiveram similares entre as lagoas assim como o desenvolvimento dos peixes. Isso demonstra que o uso dessas áreas de mina para a criação de tilápias é uma boa iniciativa para reparar o dano ambiental causado pela extração do topázio imperial e pode se tornar uma futura fonte de renda e/ou subsistência com a criação de tilápias.

INTRODUÇÃO:

A mineração é uma atividade primária de extrema importância para a nossa sociedade, permitindo a produção de materiais para tecnologia e para praticamente todos os objetos usados no cotidiano, além de metais e gemas preciosas. Entretanto, sua atividade em larga escala gera prejuízos ambientais e paisagísticos, pois forma crateras no solo que podem se tornar voçorocas e aumentar ainda mais os prejuízos na localidade quando a atividade minerária é extinta e o ambiente não sofre intervenção para mitigar seus impactos ambientais segundo TAVEIRA (2004).

Ouro Preto e cidades da região têm forte vocação mineradora, sendo essa atividade extremamente importante historicamente e ainda hoje é para a manutenção das receitas do município de acordo com CARVALHO *et al.* (2012). No passado, o ouro foi o metal que trouxe imigrantes para a região e foi responsável pelos primeiros assentamentos permanentes que culminaram na fundação da cidade, outrora Vila Rica segundo SOBREIRA, (2014). Atualmente, a produção de metais ferrosos, alumínio e gemas preciosas tem maior importância na cidade.

Uma gema importante, cuja extração nos dias atuais só existe aqui, é a de topázios imperiais. Essa gema tem alto valor comercial e só é encontrada nas regiões dos distritos de Rodrigo Silva, Antônio Pereira e no bairro de Saramenha, de acordo com SAUER *et al.* (1996). Se encontra em cascalhos ou em filões argilosos no subsolo. Após a extração do topázio e o fim da mineração, normalmente as áreas permanecem estéreis com grandes buracos, que retêm água e barro, devido ao caráter argiloso do solo. Entretanto o uso dessas áreas

mineiradas podem ter uma boa aplicação para aquicultura, pois os buracos gerados pela mineração podem ser utilizados como tanques escavados para essa atividade e assim pode tornar a área exaurida com necessidade de recuperação com potencial de gerar uma nova fonte de renda.

Atualmente a legislação da Política Nacional do Meio Ambiente exige que áreas de mineração extintas sejam recuperadas ambientalmente (Lei N° 6.938 de 1981). Contudo a qualidade do solo normalmente é muito ruim, com poucos nutrientes e as vezes com alta concentração de metais tóxicos e/ou pesados. O plantio nesses locais de flora nativa se torna difícil exigindo gastos altos com fertilização e repovoamento de mudas. O cultivo de culturas agrícolas é praticamente inviável pela alta demanda dessas culturas selecionadas pelo homem por nutrientes e condições ótimas para seu desenvolvimento. “As operações que constituem um garimpo de topázio imperial trazem uma série de impactos para o ambiente. O desmatamento, o decapeamento e a abertura das frentes de lavra destroem a diversidade da mata ciliar e interferem na fauna local” (PEIXOTO & DE LIMA, 2004).

Uma importante estratégia é a utilização dos buracos e crateras gerados pela mineração para atividades aquícolas segundo OTCHERE *et al.* (2004). Para essas atividades geralmente utiliza-se tanques escavados, que é a escavação no solo de tanques padronizados para posterior enchimento de água para as atividades aquícolas que são variadas, desde a carcinocultura, criação de camarões, até a mais comum que é a piscicultura, criação de peixes. Em Poxoréu, MT, a utilização de áreas mineradas de diamantes tem dado bons resultados, ver DA SILVA & DE MATOS, (2011). Atualmente no Brasil a demanda por peixes é muito elevada, entretanto o consumo per capita ainda é baixo, de acordo com a organização mundial da saúde.

Um peixe de grande aceitação e ótima produtividade é a tilápia (*Oreochromis niloticus*), que é resistente, rústica, com baixa exigência de qualidade de água e com crescimento rápido. Possui uma carne cujo filé é de ampla aceitação no mercado brasileiro e até no exterior, devido a carne branca, firme, porém de sabor suave segundo SCHULTER & VIERIA FILHO (2017). Os preços de venda desse peixe são altos, sendo uma ótima fonte de renda para seus criadores de acordo com HILSDORF (2016).

Contudo, os altos custos para sua produção, sobretudo o de escavação de tanques com máquinas cujos preços são altos, demandam um alto investimento inicial que muitas vezes impedem sua criação por pessoas que desejam iniciar na atividade de piscicultura, sendo a produção brasileira de peixes em tanques ainda muito abaixo do potencial brasileiro conforme BRABO *et al.* (2017). Assim, seria muito interessante utilizar as áreas escavadas de minerações de topázio exauridas para a aquicultura e sobretudo para a piscicultura, já que reduziria muito os custos iniciais de sua implantação, considerando que a aquicultura com fins comerciais é uma forma mitigadora dos danos gerados pela mineração (OTCHERE *et al.*, 2002).

METODOLOGIA:

Em uma área particular, foram implementadas duas lagoas de tilápias para a piscicultura, sendo uma feita em uma área de mineração de topázio imperial exaurida e outra foi escavada no solo, sem o uso de áreas garimpadas. Essas duas lagoas têm aproximadamente 30m de comprimento e 7m de largura. Em cada lagoa, o proprietário soltou 500 alevinos, totalizando 1000 tilápias na totalidade. Essas lagoas foram abastecidas constantemente com água limpa e corrente proveniente de nascentes existentes na região.

Nos primeiros meses de junho a setembro as lagoas foram construídas. Não foram adicionados os alevinos por causa do frio que podia ser letal para eles. Assim a inserção desses foi realizada em outubro quando estava mais quente. Ambas têm 7m de largura, 22m de comprimento e 1 m de profundidade. Foi realizado um acompanhamento da qualidade dessa água e executadas análises de pH, pois a adição dos peixes e seus dejetos contínuos tende a alterar a qualidade da água. Foi usado para isso testes rápidos para análises. Também foram realizadas as mesmas análises para a água das nascentes. Para analisar a turbidez da água das lagoas, foi utilizado um disco de Secchi.

Foi avaliado também o desempenho dos peixes quanto ao desenvolvimento e sobrevivência final. Para tal foi coletado cerca de 4% dos peixes de cada lagoa, ou seja, 20 peixes, mensalmente, que foram pesados e o comprimento foi medido e em seguida, foram soltos na lagoa. Essas foram análises biométricas realizadas mensalmente. As análises da qualidade de água também foram feitas mensalmente, tanto das lagoas quanto da água das nascentes, a fim de avaliar se também se altera temporalmente, durante os períodos seco e úmido. As coletas foram feitas com rede chamada popularmente de sarrafo, pertencente ao dono do empreendimento. Nos dois primeiros meses os alevinos foram alimentados com ração de crescimento e sequencialmente com ração de engorda. Foram realizadas análises estatísticas de modelos não lineares para avaliar a evolução do comprimento e massa dos peixes ao longo dos meses.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O custo com maquinário para transformar o buraco deixado pela mina em lagoa para peixes foi mínimo se comparado ao custo para abrir um tanque novo. Para fechar as margens e evitar vazamentos, foi gasta 1:30h de escavadeira. Já para abrir um tanque novo que serviu como grupo controle (feito pelo dono da área), foram gastas 24h horas de retroescavadeira, cujo preço por hora foi de 120 reais. Ou seja, para se utilizar a mina, foi gasto 180 reais com maquinário, já para abrir um tanque o custo foi de 2880 reais, sendo que a utilização da mina gerou uma economia de 2700 reais no processo de criação da lagoa.

A relação do crescimento das tilápias durante o experimento foi exponencial (Fig.1), expressa pela equação $y = 0,3 * \exp(1,2 * x)$ assim como a relação da massa durante os experimentos (Fig. 2), expressa pela equação $y = 0,68 * \exp(0,87 * x)$.

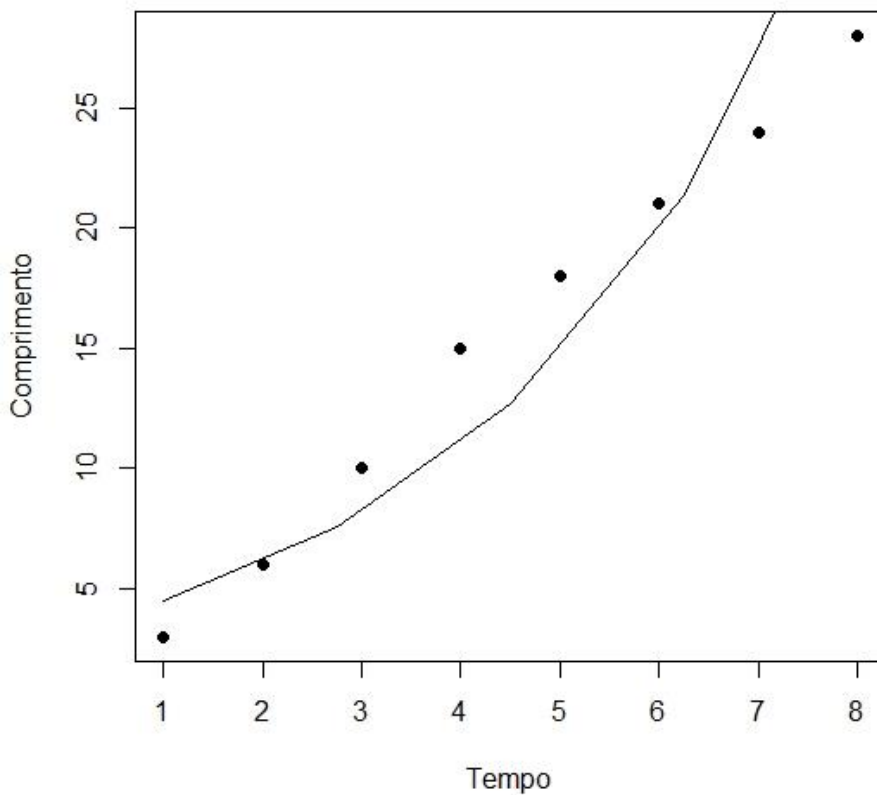


Figura 1. A relação do crescimento das tilápias ao longo dos meses é exponencial conforme demonstrada no gráfico.

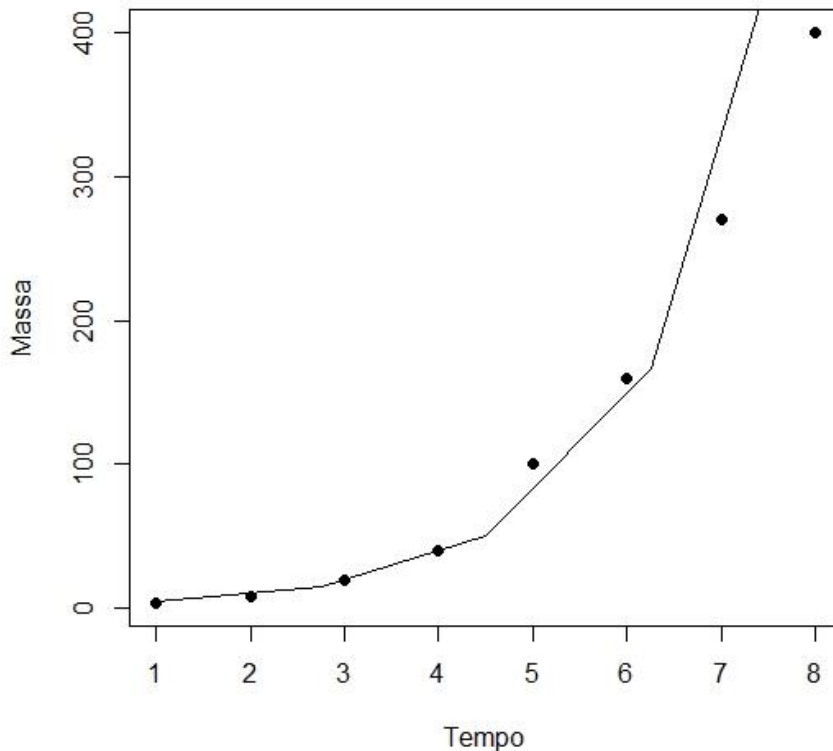


Figura 2. A relação do ganho de massa das tilápias ao longo dos meses é exponencial conforme demonstrada no gráfico.

A criação de tilápias utilizando a área exaurida de minagem de topázio imperial se mostrou promissora. Ambas as lagoas apresentaram resultados similares ao longo do processo de criação dos alevinos/juvenis, demonstrando a efetividade da área de minagem exaurida de topázio imperial para a piscicultura. Inicialmente as lagoas apresentaram pH de 6,8, valor igual ao da água dos riachos que as abastecem. A transparência delas no início foi total de 1m de profundidade. No segundo mês, as tilápias cresceram para um tamanho de 5cm em cada reservatório, aumentando cerca de 2 cm no mês. O peso delas ficou em 0,8g em ambos os experimentos. A transparência da água continuou total, de 1 m. O pH dos reservatórios subiu de 6,8 para 7 embora o pH das fontes tenha permanecido em 6,8, demonstrando que a água represada e a adição dos peixes alteraram o pH de ácido para neutro, fato estranho porque a adição de ração e matéria orgânica das fezes e urina dos peixes deveriam acidificar a água pela formação de ácido carbônico, ainda que o fluxo reentrada e saída de água sejam constantes. Supomos que o florescimento de algas cianofíceas foi responsável pela neutralização da água, embora não tenha atrapalhado na transparência da água.

No terceiro mês após o início dos experimentos, os alevinos de tilápia já são juvenis. Ficaram com aproximadamente 20 g e 10 cm de comprimento em ambos os reservatórios e a turbidez aumentou devido aos dejetos dos peixes, embora a transparência da água permita ver o fundo. Entretanto a água atingiu uma cor marrom esverdeada e o pH subiu para 7,2 em ambos os reservatórios, estando as águas levemente alcalinas. Contudo a água das fontes que mantém os reservatórios permaneceu ácida por volta de 6,8, indicando que o sistema de criação de tilápias alterou o pH dos reservatórios. É nítida a maior presença de algas nas águas e a maior concentração de dejetos dos peixes provavelmente favoreceu o crescimento de organismos fotossintetizantes. Com maior pluviosidade, os reservatórios encheram mais também, atingindo o pico da capacidade.

No quarto mês as condições dos reservatórios se mantiveram similares, com mesma turbidez, cor e pH. A transparência nesse período caiu para 50 cm, ou seja, foi reduzida pela metade em um mês. O pH caiu para 7, embora o pH das águas das nascentes que abastecem as lagoas permaneça em 6,8. A coloração se tornou verde pelo crescimento elevado de algas e cianofíceas. Os juvenis de tilápia estavam com 40g, ou seja, dobraram de peso em um único mês e cresceram para 15cm. Devido ao aumento das chuvas nesse período

que é chuvoso e quente, houve um carreamento maior de sedimentos para o lago e esse fato associado as altas temperaturas fez com que ocorresse um crescimento de algas e aumento da turbidez dos reservatórios cuja transparência rapidamente foi reduzida. Esse aumento de algas e provavelmente de microcrustáceos e zooplânctons possivelmente enriqueceu as águas fato que acarretaria no desenvolvimento rápido dos juvenis de tilápia que também se beneficiam das altas temperaturas, já que são pecilotérmicos. A maior quantidade de alimentos, alta oxigenação das águas pelas chuvas e altas temperaturas favoreceram e muito o desenvolvimento dos juvenis que dobraram de massa corpórea em um mês. Podemos observar que a época chuvosa do verão é extremamente benéfica ao desenvolvimento de juvenis de tilápias, pois são originárias do rio Nilo e oriente médio, regiões muito quentes de acordo com GOMES *et al.* (2018).

Em fevereiro as tilápias atingiram 100g e comprimento de 18cm, mais que dobraram de peso. A turbidez de ambas as lagoas é total. Muito fitoplâncton e algas deixaram-nas com coloração verde (Fig. 3), mas isso tem beneficiados os peixes, considerando a biomassa que ganharam. Fitoplâncton e algas são fontes de alimento para tilápias. Como a água das lagoas é constantemente renovada e abastecida por água de riachos, não há perda de oxigênio para os peixes. O pH das lagoas se estabilizou em 7.0 enquanto o pH da água dos riachos permaneceu de 6.8. As altas temperaturas e alta pluviosidade também favorecem o desenvolvimento dos peixes que se desenvolvem melhor em temperaturas elevadas.



Figura 4. Lagoa de tilápias em área de minagem apresentando coloração esverdeada e turbidez total.

Em março as tilápias atingiram 160g de massa e 21cm em média em ambos os tanques. A turbidez da água continua total devido ao acúmulo de sedimentos e microalgas que deram uma tonalidade verde a água. O pH dos reservatórios está estabilizado em 7,0 e o das fontes que os abastecem permanece em 6,8, demonstrando que as condições do reservatório alteram o pH da água que chega. Não há diferenças entre os reservatórios quanto ao desenvolvimento das tilápias e das condições da água dos reservatórios.

As condições em ambas as lagoas continuaram iguais em abril, turbidez máxima pela proliferação de algas, apresentando a água uma coloração verde, típica de algas microscópicas. De fato, isso não é ruim, pois a hipoxia possível de ser gerada não ocorre, pois as lagoas estão em um sistema aberto de entrada e saída de

água constante. A água dos riachos traz um estoque constante de oxigênio para os peixes. As tilápias também consomem grande quantidade de matéria vegetal e de algas, assim o florescimento de algas serve como alimento para elas VALENTE (2018). O pH permanece inalterado tanto nas lagoas, 7,0 quanto nos riachos que as abastecem 6,8. Quanto aos peixes, apresentam tamanho similar com média de comprimento de 24cm. A massa média é de 270g. O tempo quente favorece muito o crescimento das tilápias assim como o ganho de massa.

As condições das lagoas foram muito similares em maio, permanecendo assim desde o início do experimento, assim como durante sua execução e as condições aquáticas se estabilizaram, com turbidez máxima gerada por algas. O pH permaneceu inalterado tanto nas lagoas, 7,0, quanto nos riachos que alimentam as lagoas 6,8. "A faixa tolerável pH tolerável para a maioria das espécies aquáticas seria entre 5,0 e 11,00 segundo KUBITZA (2000) As tilápias apresentam tamanho similar com média de comprimento de 28cm. A massa média é de 400g. O reservatório de área de minagem de topázio imperial se mostrou adequado para a aquicultura, especialmente para a piscicultura de tilápias. Não houve vazamentos nem sinal de metais tóxicos ou de contaminantes que atuassem sobre o desenvolvimento das tilápias.

CONCLUSÕES:

Os resultados demonstraram que minas exauridas de topázio imperial são adequadas para a piscicultura de tilápias e provavelmente para aquicultura. Importante ressaltar que outras minas de gemas preciosas ou semipreciosas que ocorram em pegmatitos como os topázios imperiais também podem possuir o mesmo potencial aquícola quando exauridas, já que a extração de gemas se dá por escavação e não se utiliza explosivos muito menos materiais com potencial contaminante para não danificar as gemas, sendo a escavação puramente mecânica. Outras pesquisas com minas de outras gemas se fazem necessárias para avaliação também de seus potenciais usos para atividades de aquicultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRABO, M. F.; RAMOS JÚNIOR, A. F.; COSTA, J. H. P.; REIS, T. S.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. A piscicultura na área de influência de um grande projeto de mineração na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v10, n.1, p.77-90, 2017.

CARVALHO, C. G.; DA SILVA, J. M.; CURI, A.; FLORES, J. C. C. A dependência da arrecadação do município de Ouro Preto do setor mineral. REM: **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v.65, n.3, p.385-392, 2012.

DA SILVA, A. P.; DE MATTOS, V. M. Proposta de mitigação de impactos do garimpo de diamantes com a implantação da piscicultura: estudo de caso na fazenda São José em Poxoréu-MT. **UNICiências**, v.15, n.1, p.355-375, 2011.

GOMES, V. D. S.; da SILVA, J. H. V.; CAVALCANTI, C. R.; FILHO, J. J.; ALMEIDA, J. L. S.; AMÂNCIO, A. L. L.; LUCENA, C. E. A. Avanços do uso de enzimas na nutrição de tilápias. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.19 n.1, 2018.

HILSDORF, A. W. S. A vez da tilápia. **Pesquisa Fapesp**, n.24, p.66-71, 2016.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí. Editora Degaspari, 2000. 285p.

OTCHERE, F. A.; HINTON, J.; VEIGA, M. M.; FARIAS, R. A. Transforming open mining pits into fish farms: Moving towards sustainability. **Natural Resources Forum** v.28, n.3, p.216 – 223, 2004.

OTCHERE, F. A.; VEIGA, M. M.; HINTON, J.; HAMAGUCHI, R. **Mining and Aquaculture: A Sustainable Venture**. Proceedings of 26th BC Mining Reclamation Symposium, p. 191-203, Dawson Creek, BC, Sept 9-13, 2002.

PEIXOTO, R. J.; DE LIMA, H. M. Diagnóstico dos garimpos de topázio imperial no Alto Maracujá, Sub-bacia do Rio das Velhas, MG. **REM: Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v.57, n.4, p.249-254, 2004.

SAUER, D. A., KELLER, A. S., MCCLURE, S. F. An update on imperial topaz from the Capão Mine, Minas Gerais, Brazil. **Gems & Gemology**, v. 32, p. 232-241, 1996.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da piscicultura no brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. **Ipea: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, p.1-42, 2017.

SOBREIRA, F. Mineração do ouro no período colonial: alterações paisagísticas antrópicas na serra de Ouro Preto, Minas Gerais. **Quaternary and Environmental Geosciences** v.5, n.1, p.55-65, 2014.

TAVEIRA, L. C. Impacto ambiental da mineração. In: Hommes, V. S. **Julgar - Percepção do Impacto Ambiental**. São Paulo: Editora Globo. 2004. 171 p.

VALENTE, L. M. P. Nutrição e alimentação de Peixes, **Revista de Ciência Elementar**. v.6, n.4:073., 2018, doi.org/10.24927/rce2018.073

Participação em Congressos, publicações e/ou pedidos de proteção intelectual:

Esse projeto ainda não foi publicado em congresso, mas será esse ano. Será submetido ao II Congresso online de Geografia.