

# RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE FERRO: UMA REVISÃO SOBRE TÉCNICAS E POSSIBILIDADES

Weverthon Felipe Cavalcante Barbosa<sup>1</sup>  
João Francisco Costa Carneiro Junior<sup>2</sup>  
Vera Raquel Mesquita Costa<sup>3</sup>  
Mateus Oliveira Ramos<sup>3</sup>  
Hestanuander Lima Alves<sup>3</sup>  
Klecius Renato Silveira Celestino<sup>3</sup>  
Cymara de Araujo Matias Franco<sup>3</sup>  
Ana Maria Moreira Silva<sup>3</sup>  
Lorena Karine Gomes Noronha<sup>3</sup>  
Genecy Roberto dos Santos Bachinski<sup>4</sup>  
Rogério Cogo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando(a) do Curso de Engenharia Ambiental na Faculdade Máster de Parauapebas – FAMAP. E-mail: profeng01@faculdefamap.edu.br.

<sup>2</sup>Professor e orientador no curso de Engenharia Ambiental na Faculdade Máster de Parauapebas – FAMAP.

<sup>3</sup>Professora(a) do curso de Engenharia Ambiental na Faculdade Máster de Parauapebas – FAMAP.

<sup>4</sup>Professora e diretora da Faculdade Máster de Parauapebas – FAMAP.

<sup>5</sup> Professor nos cursos de Engenharia Ambiental, Gestão Comercial e Administração da Faculdade Máster de Parauapebas – FAMAP.

## Resumo

A mineração de ferro no Brasil é responsável por auxiliar a economia, através da importação do mineral para o mercado internacional e geração de renda para milhares de brasileiros. No processo de abertura das minas de ferro, as empresas degradam um tipo muito especial de ecossistemas, os Campo rupestres ferruginosos, ambientes com um número elevado de espécies endêmicas e ocorrem em poucos lugares do Brasil, principalmente no Quadrilátero Ferrífero – MG e Serra dos Carajás – PA. Para diminuir os impactos causados, as empresas são obrigadas por lei a restaurar ecologicamente esses ecossistemas. Nos últimos anos algumas técnicas foram desenvolvidas e este estudo objetivou demonstrar quais dessas técnicas é mais eficiente, considerando principalmente o aspecto ecológico da questão. São três as principais técnicas utilizadas: leguminosas com gramíneas (geralmente exóticas); uso de *Topsoil*; e resgate de flora. Dentre as três, a utilizar o *Topsoil* é a mais eficiente pois promove o desenvolvimento de espécies nativas e o resultado final da restauração é muito parecido com os ecossistemas de origem que a mineração degrada. Recomenda-se que as empresas continuem a desenvolver novos estudos com espécies nativas para que os projetos de restauração estejam cada vez mais ecologicamente adequados a melhoria dos ambientes degradados.

Palavras-chave: Campos rupestres ferruginosos; Mineradoras; Restauração ecológica.

## Introdução

A mineração é uma atividade complexa e composta de várias etapas independentes entre si, passando desde o estudo de prospecção, planejamento de lavra, exploração, beneficiamento até o produto concentrado final. A atividade mineradora transforma recursos minerais em recursos econômicos e sociais, não podendo unicamente ser vista como vilã pela população (CAMPOS, 2017).

Segundo Quaresma (2009), o Brasil se destaca no cenário mundial de minério de ferro com grande estoque e de excelente qualidade. As reservas medidas e indicadas de minério de ferro no Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Mineração, até o ano de 2010 alcançaram 29 bilhões de toneladas, colocando o país em quarta posição em relação às reservas mundiais, de 160 bilhões de toneladas, naquele período (IBRAM, 2010). As principais reservas de minério de ferro no Brasil estão localizadas em sua maioria nos estados de Minas Gerais, Pará e Mato Grosso do Sul.

De acordo com Dutra (2016) minerar equiparasse a uma arte de extração econômica de bens minerais da superfície terrestre, por meio da qual se utilizam técnicas específicas em cada situação. Segundo o autor a técnica utilizada no caso concreto visa minimizar os impactos ambientais, levando em consideração princípios da conservação mineral, tendo como compromisso a recuperação das áreas de extração mineral após a desativação destas, dando uso adequado para tais áreas.

A instauração de uma mineradora em um município, auxilia na expansão e na evolução econômica do mesmo. A atividade de extração mineral traz boas oportunidades de emprego, consequentemente com salários altos, dentre outros benefícios. Em busca da segurança no emprego, muitos trabalhadores mudam de sua cidade natal buscando melhorias salariais causando a imigração campo-cidade (CAMPOS, 2017). Segundo Mechi e Sanches (2010) e Usepa (2011) dentre os malefícios causados pela atividade mineradora pode-se destacar o desmatamento, poluição hídrica, poluição sonora, subsidências do terreno, assoreamento de rios, impactos visuais, paisagísticos e sobre fauna e flora.

A recuperação de áreas degradadas tem previsão maior na Carta Magna de 1988 em seu artigo 225, §1º, inciso I, §2º, (BRASIL, 1988) também disposto na Política Nacional do Meio Ambiente- Lei Federal nº 6.938/81, artigo 2º, inciso VIII; artigo 4º, inciso VI. (BRASIL, 2010) O objetivo da lei retro mencionada é restabelecer a integridade física, química e biológica de áreas degradadas, danificadas ou destruídas, ao mesmo tempo restituindo a capacidade funcional. A legislação ambiental brasileira prevê através do Decreto de lei nº 97.632, de 10 de abril de 1989 que os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão apresentar Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório do Impacto Ambiental – RIMA que devem ser submetidos à aprovação do órgão ambiental competente (BRASIL, 1989).

A mineração de ferro no Brasil degrada os campos rupestres ferruginosos, que são ecossistemas muito raros que estão estruturados nas porções mais elevadas das serras (Nunes et al. 2015). Esses ambientes apresentam uma elevada riqueza de espécies vegetais e devido a supressão vegetal de suas áreas pela mineração correm sério risco de desaparecerem (Jacobi et al. 2011). Nas últimas décadas algumas metodologias de recuperação das áreas degradadas pela mineração de ferro vêm surgindo de forma pontual, dentre elas, destaca-se a utilização do *Topsoil*, camada superficial do solo com predominância de matéria orgânica, da fauna do solo e de nutrientes minerais (IBAMA, 1990; BARTH, 1989; GRIFFITH, 2005).

Outro método utilizado para a recuperação destas áreas tem sido a utilização de leguminosas associadas as gramíneas (CAMPELO e FRANCO, 2001). A inserção

das leguminosas no local onde ocorreu a perda das áreas férteis do solo, exibe uma recuperação mais célere da atividade biológica do solo afetado (SILVA et al. 2018b). Existem também as técnicas relacionadas com o resgate e realocação de plantas, que consiste em retirar espécies de áreas de supressão e posteriormente alocá-las em áreas fora da influência da mineração (SANTOS, 2010).

Existe diferentes técnicas de recuperação de áreas degradadas para a mineração de ferro, dentre as técnicas utilizadas algumas destacam-se pela redução do impacto ao meio ambiente. Assim, objetivou-se realizar uma análise sobre as principais técnicas de recuperação de áreas pelas atividades de mineração no Brasil.

## Metodologia

Os procedimentos metodológicos deste estudo compreendem a pesquisa bibliográfica com caráter descritivo, exploratório em bases de dados, como o Google acadêmico e o Scientific Electronic Library Online (SciELO), dentre outros periódicos que discorrem sobre o tema em questão nos últimos 10 anos.

Os critérios de inclusão para revisão de literatura foram todas as literaturas disponíveis nas bases de dados, nacionais e com os termos: recuperação ambiental de mineração de ferro, técnicas de restauração de mineração de ferro e restauração de campos rupestres ferruginosos.

## Resultados e Discussão

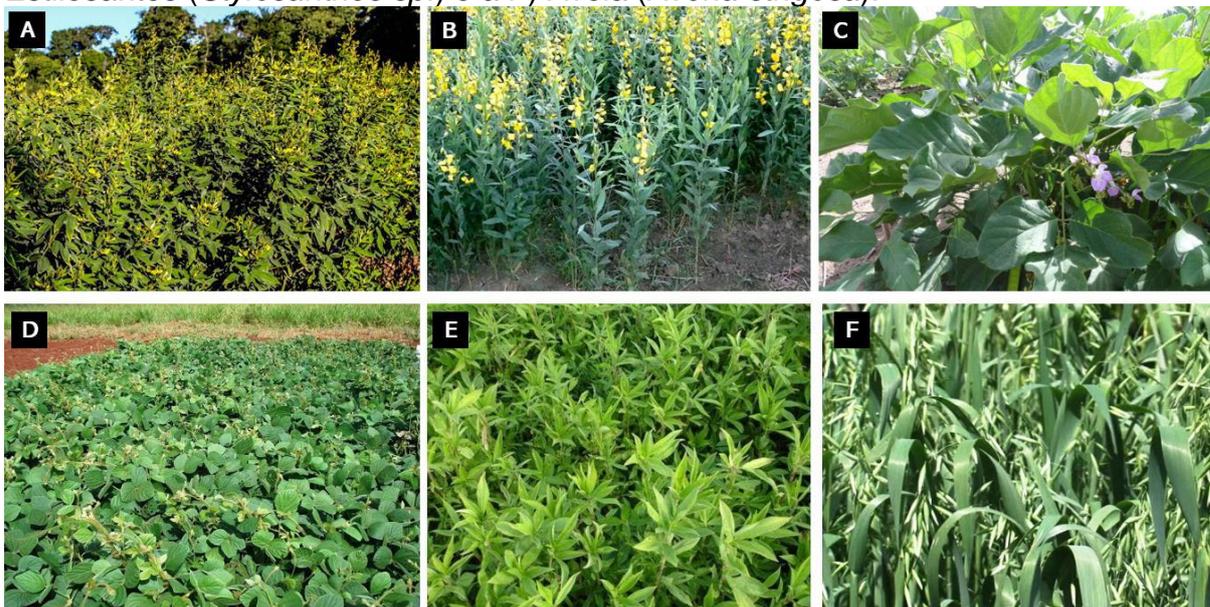
A principal técnica utilizada para restauração de campos rupestres ferruginosos e que vem apresentando uma eficiência ecológica satisfatória nos projetos é a utilização do *Topsoil*.

Nos processos de supressão vegetal para abertura de novas minas a camada superficial que contém grande quantidade de matéria orgânica e banco de sementes é retirada e armazenada. Para os processos de restauração as empresas recobrem as pilhas de estéril com essa camada superficial, também denominada de *Topsoil* (SANTOS, 2010; REZENDE, 2013; ARAÚJO, 2015). Como consequência da exploração das camadas superficiais, as áreas pilhas de estéril, principais áreas da mineração propicias a restauração ambiental, apresentam condições ambientais extremas, caracterizadas pelo ressecamento do solo em virtude da supressão vegetal e altos índices de radiação solar incidente, podem apresentar solo compactado com baixo teor de matéria orgânica e nutrientes (ZAPPI et al 2018).

Devido a essas características severas, a revegetação de pilhas de estéril é muito dificultada. Gonçalves (2012) demonstra que uma das técnicas utilizadas nas pilhas de estéril nos empreendimentos da região de Carajás, no Pará, era a revegetação com leguminosas e gramíneas. Essa técnica é muito importante para o rápido recobrimento do solo, pois as leguminosas utilizadas são de desenvolvimento rápido e possuem papel de fixação biológica de nitrogênio no solo, enquanto as gramíneas possuem o papel de cobertura do solo exposto, assim como de fixar matéria orgânica no solo pelo rápido desenvolvimento de suas raízes. Dentre as principais espécies utilizadas estão as leguminosas Feijão-guandú (*Cajanus cajan*), Crotalária (*Crotalaria spectabilis*), Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), Estilosantes (*Stylosanthes sp.*) e a Aveia (*Avena strigosa*) (Figura 1).

**Figura 1:** Espécies de leguminosas e gramínea utilizadas na recuperação de áreas degradadas em área de mineração de ferro na região de Carajás, Pará, Brasil. A) Feijão-guandú (*Cajanus cajan*), B) Crotalária (*Crotalaria spectabilis*), C) Feijão-de-

porco (*Canavalia ensiformis*), D) Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), E) Estilosantes (*Stylosanthes sp.*) e a F) Aveia (*Avena strigosa*).



Fonte: Google Imagens

O método consiste em utilizar um coquetel de sementes das espécies destacadas acima e através de hidrosseadura com caminhão pipa as sementes são lançadas nas pilhas de estéril (GONÇALVES, 2012). Essas espécies são muito comuns e utilizadas amplamente em projetos de recuperação de áreas degradadas, principalmente na agricultura, em consórcios com outras espécies, como encontrado nos trabalhos de Silva et al. (2018a) Santos et al. (2018). Há uma problemática relacionada com a técnica devido as espécies utilizadas serem exóticas. Espécies exóticas são originárias de outras partes do mundo e quando inseridas em ambientes naturais, em procedimentos como os de recuperação de áreas degradadas, podem ter alto potencial invasor, impossibilitando que as espécies nativas se estabeleçam e até mesmo causando desequilíbrios ambientais nos ambientes naturais (ICMBIO, 2019).

Como estratégia para projetos de recuperação de áreas degradadas cada vez mais ecológicas, alguns estudos vem buscando utilizar espécies nativas. Saraiva et al. (2020) avaliou a comunidade de espécies vegetais estabelecida em processos de recuperação de pilhas de estéril em Brumadinho – MG e como resultado observou que a espécie de gramínea *Eragrostis polytricha* foi a espécie que mais se desenvolveu e dominou o ambiente. Desse modo, os autores indicam a espécie com alta potencialidade para planos de recuperação ambiental utilizando espécies nativas dos campos rupestres ferruginosos.

Outra iniciativa importante para a recuperação de áreas degradadas com gramíneas nativas foi o estudo de Figueredo et al. (2012) que avaliou o potencial germinativo de cinco espécies de gramíneas nativas dos campos rupestres ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais: *Andropogon bicornis*, *Andropogon leucostachyus*, *Setaria parviflora*, *Cenchrus brownii* e *Echinolaena inflexa*. Como resultado os autores puderam perceber que as espécies *E. inflexa* e *A. euprepes* não foram eficientes para germinar, então apresentaram baixo potencial para uso, porém as espécies *A. bicornis*, *A. leucostachyus*, *S. parviflora* e *C. brownii* apresentaram maiores potenciais de germinação, sendo possíveis candidatas para recuperação de áreas degradadas nas áreas do Quadrilátero Ferrífero.

Uma experiência pioneira foi de Santos (2010) que utilizou a cobertura de *Topsoil* nas pilhas de estéril da mina de Alegria, em Minas Gerais. Ele observou que é necessária uma camada de 40 cm da camada de *Topsoil* para que as espécies dos campos rupestres ferruginosos possam se estabelecer, já que crescem sobre uma camada ferruginosa. O autor evidenciou que após quatro anos de implementação das técnicas de restauração com o *Topsoil* houve o desenvolvimento de vinte e uma espécies nativas na área. A autora destaca que o processo de restauração foi satisfatório, pois estabilizou o solo e trouxe várias espécies nativas para o ambiente, mesmo sem o plantio por hidrossemeadura como outras técnicas de restauração (Figura 2).

No estudo de Rezende (2013) foi também utilizado a técnica de espalhamento do material ferruginoso com 40 cm sobre o solo e posteriormente adicionado o *Topsoil* para avaliar o sucesso na restauração ambiental. Diferente de Santos (2010), a autora também testou se a adubação faria com que o processo de restauração ter uma maior eficiência no desenvolvimento das espécies. Como resultados a autora observou que quando adicionaram adubação nos processos de restauração as espécies exóticas invadiam, eliminando as nativas do sistema. Por outro lado, nas áreas onde somente o *Topsoil* foi colocado sobre o substrato rochoso as espécies nativas conseguiram se desenvolver e o ecossistema ficou bastante parecido com as áreas naturais.

Uma comparação entre os estudos de Figueredo (2012) que utilizou um coquetel de espécies exóticas e depois de espécies florestais, com os de Santos (2010) e Rezende (2013) que utilizaram *Topsoil* mostra que o resultado final obtido é mais satisfatório para a utilização do *Topsoil*, pois os ambientes restaurados com essa técnica são mais semelhantes aos seus ambientes naturais, enquanto os recuperados com espécies exóticas e florestais se parecem com áreas florestadas (Figura 2).

**Figura 2:** Ecossistemas com diferentes técnicas de restauração de áreas. A) Utilização de espécies leguminosas e gramíneas exóticas. B) e C) *Topsoil*.



Fonte: Adaptado de Figueredo (2012), Santos (2010) e Rezende (2013).

Associada aos processos de restauração realizados com *Topsoil* surge o resgate de plantas nativas. O resgate de plantas consiste na retirada da espécie do seu ambiente natural antes dos processos de supressão vegetal para abertura de novas minas (Santos, 2010). Arruda et al. (2010) estudaram o resgate de uma espécie de orquídea nativa dos campos rupestres ferruginosos *Oncidium warmingii*, e demonstraram que a espécie quando destinada diretamente para os projetos de restauração ambiental tinha um maior sucesso de sobrevivência em comparação a quando ficava se adaptando em condições de viveiro. Essa técnica ainda é pouco encontrada na literatura, mas sua utilização pode ser muito eficiente para melhorar o número de espécie nos projetos de restauração através do *Topsoil*.

Os campos rupestres ferruginosos têm uma grande importância, assim como a mineração e ao longo dos anos técnicas de restauração vem evoluindo para restaurar de forma mais ecológica esses ambientes. O *Topsoil* se demonstra muito eficiente

para a recuperação e deve ser empregado pelas empresas. Ainda há muitos estudos a serem realizados e uma gama de espécies nativas que podem substituir exóticas nos projetos de restauração ambiental de áreas degradadas pela atividade de mineração no Brasil.

### **Conclusão**

As principais técnicas de restauração ecológica de áreas degradadas pela mineração de ferro são a utilização conjunta de leguminosas e gramíneas, a utilização de *Topsoil* e o resgate de plantas nativas, além do desenvolvimento de protocolos de germinação de espécies nativas para utilização nos projetos de restauração.

A utilização do *Topsoil* foi o resultado mais eficiente em termos ecológicos, pois apresentou um número elevado de espécies nativas do ecossistema em comparação as demais técnicas de restauração. É recomendado que as empresas utilizem a técnica juntamente com as espécies vindas do resgate de flora, pois desse modo haverá um aumento do número de espécies, melhorando o processo e trazendo novas espécies nativas para o projeto de restauração ecológica desses ecossistemas tão importantes que são os campos rupestres ferruginosos.

### **Referências**

- ABREU, I. de S.; GONÇALVES, L. C. S. O direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e a educação ambiental no Brasil. *Derecho y Cambio Social*. N. 5822, 2013. Disponível em: Acesso em: 10 Nov 2014.
- ARRUDA, L. J.; CHEIB, A. L.; RANIERI, B. D.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W. Resgate e translocação de *Oncidium warmingii* (Orchidaceae), espécie ameaçada de extinção de campo rupestre ferruginoso. **Neotropical Biology and Conservation**, v.5 n. 1, p. 10-15, 2010.
- BARTH, R. C. **Avaliação da recuperação de áreas mineradas no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, Boletim Técnico, n.1, 41p. 1989.
- BDMG – BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS S.A. 2002. Minas Gerais do Século XXI. Consolidando posições na mineração / Banco do Desenvolvimento de Minas Gerais. Editora Rona. Belo Horizonte, v 5, 159 p.
- BOTELHO, S. A. et al. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na usina hidrelétrica de Camargos, MG. *Revista Árvore*. V. 31, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v31n1/20.pdf>> Acesso em 15 Nov 2014.
- BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado **Federal**: Centro Gráfico, 1988.
- BRASIL. Decreto n. 97.632 - 10 abr. 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2o, inciso VIII, da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.
- CAXITO, F.; DIAS T. G. **Recursos Minerais De Minas Gerais – Ferro**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2018.
- CAMPOS, A. L. **BENEFÍCIOS SOCIOECONÔMICOS ADVINDOS DA MINERAÇÃO: Estudo de caso do município de Araxá-MG e região**. Araxá-MG, 2017.
- CAMPELLO, E. F. C., FRANCO, A. A. **Estratégia de recuperação de áreas degradadas**. In: MARTINS, C. E.; ALENCAR, C. A. B. de; BRESSAN, M. (Ed.) **Sustentabilidade da produção de leite no Leste Mineiro**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. P. 119-133.
- CARVALHO, S. R. de; ALMEIDA, D. L. de; ARONOVICH, S.; CAMARGO FILHO, S. T.; DIAS, P. F.; FRANCO A. A. **Recuperação de áreas degradadas do Estado do**

Rio de Janeiro. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 12 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 76).

FIGUEREIRO, M. A.; BAËTA, H. E.; KOZOVITS, A. R. Germination of native grasses with potential application in the recovery of degraded areas in Quadrilátero Ferrífero, Brazil. **Biota Neotropica**. 12 (3) • Sept 2012.

GRIFFITH, J. J. **O estado da arte de recuperação de áreas mineradas no Brasil**. <http://geologiaambientalufc.hpg.ig.com.br> [2005].

GUIMARÃES, C. L.; MILANEZ, B. Mineração, impactos locais e os desafios da diversificação: revisitando Itabira. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 41, p. 215-236, 2017.

GONÇALVES, F. S. **Eficiência da recuperação ambiental de áreas antropizadas pela mineração de ferro do Complexo Carajás – PA**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. Produção mineral brasileira – 2010. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001157.pdf>. Acessado em 05/04/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de revegetação**. Brasília, IBAMA, 96p. 1990.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais**. Brasília – DF, 2019.

MECHI, A.; SANCHES, D.L. 2010. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**. *Estudos Avançados*, 24(68): 209-220.

NETO, G. D. A.; ANGELIS, B. L. D. de; OLIVEIRA, D. S. de. O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas. *Acta Scientiarum*. V. 26, 2004. Disponível em: <[periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/1555/898.pdf](http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/1555/898.pdf)> Acesso em 05 de novembro de 2014.

QUARESMA, L.F. – **Relatório Técnico 18 – Perfil da Mineração de Ferro** – 2009. MME, Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF.

REZENDE, L. A. L. **Restauração Ecológica de Campos rupestres ferruginosos**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG, 2013.

SANTOS, L. M. **Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e uso de topsoil no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais**. 2010. 128p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

SANTOS, S. S.; GUT, G. A. P.; MELO, R. F.; NOGUEIRA, D. M. Avaliação econômica do uso da adubação verde na recuperação de áreas degradadas. **Anais...** III Congresso Internacional das Ciências Agrárias. 2018.

SARAIVA, D. F.; BOTELHO, S. A.; PAULA, C. C.; VINÍCIUS-SILVA, R.; MORAIS, P.J.; MELO, L. A. Gramíneas nativas potenciais para revegetação de áreas degradadas, a partir da avaliação de topsoil de Campo Rupestre Ferruginoso. **Hoehnea**. 2020.

SILVA, A.; SANTOS, F. L. S.; BARRETTO, V. C. M.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, *Urochloa brizantha* cv. marandu e guandu. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 2, p. 39-47, abr./jun. 2018a.

SILVA, I. A.; CAMPAGNA, A. R.; LIPP-NISSINEN, K. H. Recuperação de áreas degradadas por mineração: uma revisão de métodos recomendados para garimpos. **Pesquisas em Geociências**, 2018b.

SILVA, M. N. M.; BRUM, N. L. A. **Kaizen e a sugestão da sua aplicação na logística interna de uma mineradora em Paragominas (PA)**. Rio Grande do Sul, 2015.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. 2011. *EIA Technical Review Guideline: Non-Metal and Metal Mining*. 1 v., part. 1. United States: EPA, 196p. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/miningvol1.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2021.

USGS – United States Geological Survey, 2017. Global iron ore production data. Disponível em [https://minerals.usgs.gov/.../iron\\_ore/global\\_iron\\_ore\\_data.pdf](https://minerals.usgs.gov/.../iron_ore/global_iron_ore_data.pdf) Acesso em 5/12/2017.

VASCONCELOS, M.; HOFFMANN, D. **Avifauna das vegetações abertas e semiabertas associadas a geossistemas ferruginosos do Brasil: levantamento, conservação e perspectivas para futuros estudos**. Instituto Pristino, 2015.

ZAPPI, A. C.; GASTAUER, M. RAMOS, S.; NUNES, S.; CALDEIRA, C. F.; SOUZA-FILHO, P. W.; GUIMARÃES, T.; GIANINNI, T. C.; VIANA, P. L.; LOVO, J. MOTA, N. F. O.; SIQUEIRA, J. O. **Plantas nativas para recuperação de áreas de mineração em Carajás**. Instituto Tecnológico Vale, 2018.