**CONTRIBUIÇÃO DO *TOPSOIL* PARA A RESTAURAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS DEGRADADAS POR MINERAÇÃO**

**Railma Pereira MORAES(1);José Aldo Alves PEREIRA(2); Rossi Allan SILVA (3); Warley Augusto Caldas CARVALHO(2).**

(1)Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM; Doutoranda em Engenharia Florestal no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG, [railmoraes@yahoo.com.br](mailto:railmoraes@yahoo.com.br);(2) Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFLA; Lavras, MG, [j.aldo@dcf.ufla.br](mailto:j.aldo@dcf.ufla.br);[warleycaldas@dcf.ufla.br](mailto:warleycaldas@dcf.ufla.br);(3) Doutorando em Engenharia Florestal no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG, [rossiallan@gmail.com](mailto:rossiallan@gmail.com).

**RESUMO –** A mineração é a causa de impacto ambiental na paisagem onde está inserida, sendo muitos deles considerados de alta intensidade devido àsgrandes alterações nos ecossistemas.O solo, além de ter revolvida sua camada fértil, também pode tornar-se depósito de resíduos e rejeitos da mineração; nessas condições a capacidade do solo em sustentar a biodiversidade é perdida, dificultando o processo de regeneração natural da área. Para resolver esta questão, uma das soluções encontradas por pesquisadores e empresas foi o armazenamento da camada superficial do solo (*topsoil*), e posterior uso com o início das atividades de revegetação.O objetivo deste trabalho é sintetizar os conhecimentos atuais, quanto as práticas de restauração florestais com o uso do *topsoil*.A literatura acerca do tema, aponta que a presença de cobertura vegetal tem efeito benéfico na recuperação de área degradada. Neste sentido o *topsoil* é usado como fonte de matéria orgânica e propágulos, podendo favorecer o restabelecimento de algumas condições físicas, químicas e biológicas da área minerada. Contudo, o trabalho identificou lacunas quanto a seleção de espécies a ser plantadas nos distintos ambientes, onde ocorrem as atividades impactantes da extração dos diversos minerais.Existe uma grande necessidade de aperfeiçoamento contínuo das novas práticas de mineração e, consequentemente, do processo de recuperação das áreas degradadas aos preceitos do desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:**Camada superficial do solo.Recuperação da cobertura vegetal.Restauração florestal.Viabilidade do *topsoil*.

# 1. Introdução

O uso dos recursos minerais está intimamente ligado a história humana. Segundo Terrell (2007) minerar consiste na retirada de bens minerais da crosta terrestre, compreendo operações que vão da pesquisa, lavra, até o processo de transporte, manuseio, beneficiamento e toda infraestrutura necessária a estas operações. A mineração também pode ser entendida como a arte de extrair economicamente bens da crosta terrestre, utilizando técnicas adequadas a cada situação (SANTOS, 2010a).

Os conceitos relativos à mineração, além de explicar as fases desta atividade, preocupam-se em apresentar os impactos ambientais, assim como formas de conciliar a conservação ambiental com a extração mineral. A mineração tem desempenhado um papel importante no esforço de promover o desenvolvimento econômico e social, e de reduzir as desigualdades regionais (LIMA, 2007).Os benefícios, de modo geral, estão ligados aos ganhos econômicos e melhoria na qualidade de vida e ofertas de serviços públicos, tais como hospitais, escolas e creches, ruas asfaltadas e ainda valorização de imóveis e terras (CALIXTO JUNIOR et al., 2007).Para tal, faz-se necessário que os recursos sejam operados com responsabilidade social, estando sempre presentes os ideais do desenvolvimento sustentável (FARIAS, 2002).

Apesar dos inúmeros benefícios da mineração, em cidades pioneiras desta atividade em Minas Gerais, ela ocorreu de forma rápida e predatórias, causando desabastecimento, que castigou a população (SILVA, 1995). Atualmente, muitos trabalhos científicos apontam como preocupante e em maior quantidade os impactos negativos da atividade (CALIXTO JUNIOR et al., 2007;LELLESet al.*,* 2005). Assim, para garantir o meio ambiente ecologicamente equilibrado, estabelecido pelo Artigo 225[[1]](#footnote-2) da Constituição Federal de 1988, justificam-se as leis que visam a avaliação dos impactos ambientais, suas obrigações e recomendações para recuperação ambiental de áreas degradadas.

A revegetação tem sido apontada como uma técnica eficiente para a recuperação das áreas degradadas (MORAES et al., 2013; STANTURF et al., 2014). Para Salomão (2012) a única maneira de mitigar a maior parte dos impactos negativos é através do restabelecimento de uma cobertura vegetal perene sobre o local modificado. Porém, para mineração, cuja extração dos minérios do subsolo, torna necessário a supressão da vegetação, causando alterações em várias propriedades do solo (BARROS, 2012).Com o término das atividades, solo fica revolvido e compactado, aumentando o risco de subsidência e reduzindo capacidade de suporte do solo para o desenvolvimento de propágulos.

O *topsoil* é a camada que abrange os primeiros horizontes do solo, (O e A), ou seja, o solo da superfície, rico em matéria orgânica, sementes autóctones e microrganismos (KOCH, 2007). O objetivo deste trabalho foi sintetizar os conhecimentos atuais da literatura, quanto às práticas de restauração florestal com o uso do *topsoil*.

# 2. Material e Métodos

Este estudo constitui-se de uma pesquisa realizada entre os meses outubro de 2014 a fevereiro de 2015.A pesquisa realizou-se uma consulta a livros e teses presentes na Biblioteca da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e em artigos científicos selecionados através de busca no banco de dados do *scielo* e da *scopus*. As palavras-chave utilizadas na busca foram *topsoil*, camada superficial, recuperação, e mineração, sendo incluídos os trabalhos nacionais e internacionais que abrangem a metodologia e∕ou as implicações do uso do *topsoil* em atividades de mineração.

De posse dos artigos, mediante a revisão de literatura, foi possível descrever os métodos de recuperação das áreas degradadas.Dentre os métodos, o retorno do *topsoil* destaca-se entre os mais eficientes. Conduzindo aos tópicos mais abordados e considerados relevantes para ser discutidos nesta pesquisa, estão: considerações sobre a coleta do *topsoil*, condições para seu armazenamento, composição do banco de sementes e condições ambientais após a aplicação do *topsoil*.

Para Marconi e Lakatos (2010), a pesquisa bibliográfica abrange toda a bibliografia já publicada em relação ao tema, com a finalidade de colocar o pesquisador e demais interessados, em contato direto com os conhecimentos atuais acerca do tema abordado.

# 3. Resultados e discussão

O decapeamento consiste na remoção da camada orgânica detentora do banco de sementes, microrganismos, e nutrientes na forma absorvível pelas plantas, da área a ser lavrada (*topsoil*) através do uso de tratores de esteira (BARROS, 2012). Com o esgotamento da frente de lavra, dá-se o redirecionamento do *topsoil* armazenado, com objetivo de formar de uma camada de recobrimento da área impactada (GARDNER e BELL, 2007; SALOMÃO, 2012), sendo esta a principal operação realizada para recuperação da área lavrada.A seguir serão analisadas as principais metodologias de recuperação de áreas degradas pela mineração.

# 3.1. Métodos de Recuperação de áreas degradadas

Dada à necessidade de recuperação dos danos ambientais causados pela obra ou atividade potencialmente poluidora (BRASIL, 1988), as empresas têm buscado criar e aperfeiçoar práticas que venham a conduzir a uma nova formação vegetal.

Salomão (2012) apresenta o caso da Mineração Rio do Norte S.A. - MRN, criada em 1974, com o objetivo de explorar e comercializar bauxita, em Porto Trombetas, Oriximiná-PA. As primeiras práticas adotadas em 1979, envolveram o plantio, sem êxito; e somente após 1981, em uma pequena área plantada que por acaso, recebeu *topsoil*, houve crescimento satisfatório dos plantios.

Estes processos de pesquisas foram e são importantes pois, conduzem as práticas que conhecemos atualmente. Rodrigues et al. (2009) dividem em cinco as fases históricas para restaurações de florestas, partindo de uma fase com plantio de árvores, sem critérios, até os dias atuais, quando são percebidos esforços para inserir a diversidade genética intraespecífica florística; com ênfase em restaurar processos que levem à construção de uma comunidade funcional (GANDOLFI e RODRIGUES, 2007).

Atualmente, as etapas de recuperação de áreas de mineração são variáveis, respeitando as diferenças entre os ecossistemas, tipo de minério explorado e métodos de extração (TONIDANDEL et al., 2012). Toy et al. (2001) apresentam dez etapas básicas no processo de recuperação de superfície minerada, dentre as quais muitas atividades são voltadas a tratamentos dado ao solo.Para Salomão (2012) o sucesso no estabelecimento dos propágulos depende do bom planejamento do tratamento do solo, tão negligenciado no passado.

A remodelagem do terreno, com a suavização do relevo, é fundamental (TOY et al., 2001);assim como, obras de drenagem superficial; aplicação de corretivos e fertilizantes, para a correção da acidez, melhoria dos níveis de fertilidade química e física do solo; sendo que tais práticas devem ser realizadas sem compactar o solo, visando a revegetação (TERRELL, 2007; BARROS et al., 2012); (TONIDANDEL et al., 2012).

Uma das principais atividades voltadas à revegetação é a reposição do *topsoil*. A metodologia consiste no armazenamento do *topsoil*, em áreas próximas, realizada com auxílio de máquinas escavadoras (BARROS et al., 2012) e, encerradas as atividades de mineração,há a reposição do *topsoil* (TOY et al., 2001).

A aplicação do *topsoil* tem sido utilizada como uma das principais práticas para facilitar o início da germinação (JAUNATRE et al., 2014) e possibilitar maior sucesso dos programas de recuperação de áreas degradadas e maior riqueza de espécies das áreas em recuperação, quando comparadas a parcelas sem uso do *topsoil* (ALLISON; AUSDEN, 2004). Apesar da reconhecida importância da aplicação do *topsoil*, pouco se conhece sobre o modo que possa conduzir à maior eficiência. Assim, é importante apresentar resultados sobre os estudos recentes.

**3.2. Considerações sobre o *topsoil***

**3.2.1.Coleta**

Para maior eficácia da recuperação com o uso do *topsoil*, é importante obte-lo em locais com ausência ou baixa incidência de sementes de espécies exóticas (BRANQUINHO et al., 2013). Lembrando que a flora resultante, reflete apenas o banco de sementes do solo e das espécies que são capazes de dispersar e manter-se viáveis (NORMAN et al., 2006).

Quanto à profundidade de coleta do *topsoil*, buscando o banco de sementes florestais como fonte de propágulos, a coleta deve se restringir aos primeiros 5 cm do solo superficial (ZHANG et al. 2001). Muller et al. (2014), avaliando o efeito da profundidade de coleta (até 40cm), verificaram que o solo superficialde 0 a 5cm, foi o mais apropriado para o estabelecimento, resultando maior riqueza e maior número de mudas de espécies.

Assim, é recomendado adotar a coleta a 5 cm, contudo a profundidade pode variar. Na Austrália em extração do minério de bauxita, os 15cm superficiais do solo contêm a maioria das sementes, da matéria orgânica, dos nutrientes para as plantas e a atividade microbiana do solo (KOCH, 2007). Os resultados indicam a importância em examinar o banco de sementes antes de escolher a espessura da camada superficial, para obter um bom banco de sementes, sem elevação dos custos.

**3.2.2. Armazenamento do *topsoil***

Para assegurar que os componentes biológicos do solo não sejam degradados durante o armazenamento, Koch (2007) recomenda a remoção do *topsoil* de uma área que está prestes a ser explorada e imediatamente devolver o solo a uma área próxima, que está sendo restaurada. Contudo, nem sempre é possível a realização do retorno direto, sendo necessário o armazenamento.

Para o armazenamento, Nascimento (2013) sugere que a estocagem do *topsoil* seja realizada no período seco, pois o retorno no período chuvoso, possibilita maior germinação, assim como maior diversidade de espécies germinadas. Caso seja necessário a redução do material a ser armazenado, Koch (2007) acrescenta que durante o período seco é mais fácil para remover a maior parte do cascalho inerte (50-60% do solo), então o restante, contendo semente concentrada, poderá então ser estocado. Pakeman et al. (2012) explicam que a longevidade das sementes é promovida em condições secas enquanto que a perda de viabilidade é aumentada em condições quentes e úmidas.

Golos e Dixon (2014) avaliaram o efeito do armazenamento para a viabilidade do *topsoil*, na Austrália. No terceiro ano de armazenamento foi verificado a diminuição na emergência das plântulas, principalmente para algumas gramíneas. Os resultados mostram que emergência de plântula e a diversidade de espécies decresceu com o maior tempo de armazenamento. Os autores verificaram que os estoques cobertos com lona impermeável resultaram em 3,5 vezes mais emergência de plântulas. Assim, o armazenamento do *topsoil* em locais protegidos de umidade devem ser considerados para aumentar a longevidade e a viabilidade do banco de sementes.

**3.2.3. Bancos de sementes**

Estudos de bancos de sementes do solo antes da mineração são importantes para se formar um banco de dados com as espécies presentes neste *topsoil*. Com estes dados pode-se planejar a recuperação da área sabendo-se quais espécies são susceptíveis de surgir a partir do solo superficial (VAN ETTEN et al.,2014).Como não há seleção das espécies que comporão o banco de sementes, as mais representativasserão aquelas que apresentarem bons mecanismos de dispersão de sementes, de longa distância e de longa viabilidade, em sua maioria serão plantas daninhas (NORMAN et al., 2006).

Após a deposição do *topsoil* nas áreas em recuperação é esperado maior número de indivíduos e riqueza de espécies,número este que tende a se estabilizar ao longo do tempo, quando aumenta a diversidade. Santos (2010b) avaliou a diversidade de espécies em áreas de recuperação com e sem o uso de *topsoil*. Quanto à riqueza de espécies, as parcelas que usaram *topsoil*, avaliadas após 5 e 12 anos, apresentaram maior riqueza de espécies; nestas parcelas, o número de indivíduos aos cinco meses quase dobrou em relação ao meio não minerado; contudo, o índice de diversidade de Shannon foi maior no meio natural; o índice de equabilidade de Pielou mostrou que a flora é similar nas parcelas com *topsoil*, mas diferentes daquelas no meio natural.

Van Etten et al. (2014) encontraram diferenças entre as espécies que compõem o banco de sementes do *topsoil* e aquelas que fazem parte da composição da comunidade. Na prática, significa que a comunidade formada com o uso de *topsoil* poderá ser diferente daquela que forneceu o material.Para atenuar a compactação e favorecer o estabelecimento do diversidade de espécies, é importante que antes da reposição do solo orgânico armazenado, haja a escarificação da superfície da área lavrada (BARROS et al., 2013).O uso de técnicas de controle das espécies exóticas é recomendado por Branquinho et al. (2013), para elevar o recobrimento da área por espécies nativas ou desejáveis.

**3.2.4. Condições edáficas após recuperação**

Comparando as respostas dos atributos edáficos antes e depois da utilização de técnicas de recuperação (mesmo com a aplicação do *topsoil*) é verificado a redução na porosidade (BARROS et al., 2013).Tal fato pode ser atribuído a uma combinação de gerenciamento usando máquinas pesadas e ausência da fauna edáfica (HU et al., 2013). O revolvimento do *topsoil* causa ainda: a diminuição no armazenamento de Carbono (C total), tendo como consequência a redução da fauna microbiana (GEISSEN et al., 2013). As concentrações P, K, Mg e N total, tornam-se significativamente menores, quando comparadas a área de referência (ALLISON e AUSDEN, 2004).

Moreira (2004) comparando técnicas de recuperação, observou após 24 meses da implantação da revegetação com espécies arbóreas, a diminuição dos teores de nutrientes devido a lixiviação e/ou imobilização (Ca, Mg, K) e M.O. (em relação ao primeiro ano), enquanto a área que recebeu *topsoil*, apresentou teores superiores aos tratamentos sem a recolocação deste.

Barros et al. (2013) concluíram que os processos de recuperação da área minerada propiciaram manutenção dos teores de matéria orgânica, aumento do grau de floculação do solo e redução da argila dispersa em água. Houve também, a redução da estabilidade de agregados em água após a intervenção minerária, embora tenha apresentado bons níveis, o que pode ser atribuído ao processo de recuperação.

# 4. CONCLUSÃO

O uso do *topsoil* para recuperação de área degradada tem se mostrado uma ferramenta eficaz. Entretanto, devido à complexidade dos impactos e à condição ecológica resultante no local de exploração, não é possível pensar em um modelo único para restauração ecológica.

Tendo em vista as condições do solo próximas às áreas de referência, torna-se importante que as pesquisas sejam mais difundidas e continuadas. Aprimorando estudos sobre as técnicas de recuperação com uso do topsoil e, armazenamento deste, possibilitando maior viabilidade dos propágulos, diversidade de espécies e sobrevivência no campo.

**Agradecimentos**

"Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior(CAPES)pelas bolsas de apoio à pesquisa cedidas aos autores. E ao Núcleo de Estudos em Pesquisa e Planejamento Ambiental (NEPPA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelo apoio técnico-científico.

# 6. REFERÊNCIAS

ALLISON, M.; AUSDEN, M. Successful use of topsoil removal and soil amelioration to create heathland vegetation. Biological Conservation, v.120, p.221–228. 2004.

BARROS, D. A. de; GUIMARÃES, J. C. C.; PEREIRA, J. A. A.; BORGES, L. A. C.; SILVA, R. A.; PEREIRA, A. A. S. Characterization of the bauxite mining of the Poços de Caldas alkaline massif and its socio-environmental impacts.Rem: Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v. 65, n. 1, p. 127-133, 2012.

BARROS, D. A. de; PEREIRA, J. A. A.; FERREIRA, M. M.; SILVA, B. M.; FERREIRA FILHO, D.; NASCIMENTO, G. de O. Soil physical properties of high mountain fields under bauxite mining. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 37, p. 419-426, 2013.

BRANQUINHO, F.G.G.; BARBOSA, G.P.; PEREIRA, I.M.; CARVALHO, T.F. Regeneração natural em cascalheira em recuperação por meio do uso de topsoil. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer: Goiânia, v.9, n.17, p. 2297-2305, 2013.

BRASIL. Constituição, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Acesso em 11 de fev. de 2015. Online. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/constituicao/constituicao.htm.

CALIXTO JUNIOR, L. A.; LIMA, M.H.R.; FERNANDES, F. R. C. A. Grande Mina de Ouro de Crixás: alguns pressupostos teóricos e os impactos socioeconômicos na comunidade local. In: XV Jornada de Iniciação Científica – CETEM.2003.Acesso em: 20 de jan. de 2015. Online. Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/653.

FARIAS, C. E. G. Mineração e Meio Ambiente no Brasil. Relatório Preparado para o CGEE. 2002. Acesso 20 de jan. Disponível em: http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo011\_02.pdf

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: Fundação Cargill (coord.). Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas. São Paulo, 2007. p. 109-143.

GARDNER, J. H.; BELL, D.T. Bauxite mining restoration by Alcoa World Alumina Australia in Western Australia: social, political, historical, and environmental context. Restoration Ecology: Suplemento 15:S3–S10. 2007.

GEISSEN, V.; WANG, S.; OOSTINDIE, K.; Et al. Effects of *topsoil* removal as a nature management technique on soil functions. Catena, v.101, p. 50–55, 2013.

GOLOS, P. J.; DIXON, K. W. Waterproofing *Topsoil* Stockpiles Minimizes Viability Decline in the Soil Seed Bank in an Arid Environment. Restoration Ecology,v. 22, n. 4, p. 495–501, 2014.

HU, X.W.; ZHOU, Z.Q.; LI, T.S.; WU, Y. P.; WANG, Y.R. Environmental factors controlling seed germination and seedling recruitment of Stipa bungeanaon the Loess Plateau of northwestern China. Ecol Res, v.28, p.801–809. 2013.

JAUNATRE, R.; BUISSON, E.; DUTOIT, T.*Topsoil* removal improves various restoration treatments of a Mediterranean steppe (La Crau, southeast France). Applied Vegetation Science. Special Feature: Ecological Restoration, v.17, p.236–245. 2014.

KOCH, J. M. ALCOA’s mining and restoration process in South Western Australia. Restoration Ecology, Malden, v. 15, n. 4, p. S11-S16, 2007.

LELLES, L. C. DE; SILVA, E.; Et.al. Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água. Rev. Árvore v.29 n.3 Viçosa Mai/Jun 2005. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000300011. Acessado em: 19 de maio de 2014.

LIMA, M. H. M. R. A Indústria Extrativa Mineral: algumas questões socioeconômicas. In:FERNANDES, F. R. C. et al (Org.). Tendências Tecnológicas Brasil 2015 - Geociências e Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro: CETEM, 2007, v. 1, cap. 4, p. 303-326.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo: Editora Atlas, 2010. 7ª ed. p.166.

MORAES, L. F. D. DE; ASSUMPÇÃO, J.A.; PEREIRA, T.S.; LUCHIARI, C. Manual Técnico para a Restauração de Áreas Degradadas no Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/outrosassuntos/manualtecnicorestauracao.pdf. Acessado em 07 de nov. de 2014.

MOREIRA, P.R. Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG. 2004. 155p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

MULLER, I.; MESLÉARD, F.; BUISSON, E. Effect of topsoil removal and plant material transfer on vegetation development in created Mediterranean meso-xeric grasslands. Applied Vegetation Science. Special Feature: Ecological Restoration. v.17, p.246–261. 2014

NASCIMENTO, G. de O. Estudos dos propágulos do topsoil sobre corpos de bauxita no planalto de Poços de Caldas, MG. 2013. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

NORMAN, M.A.; KOCH, J. M.; GRANT, C.D.; MORALD, T.K.; WARD, S;C. Vegetation Succession After Bauxite Mining in Western Australia. Restoration Ecology, p. 14, n. 2, p. 278–288, 2006.

PAKEMAN, R. J., J. L. SMALL, AND L. TORVELL. Edaphic factors influence the longevity of seeds in the soil. Plant Ecology,v.213, p.57–65, 2012.

RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. Biological Conservation, 142 p.1242–1251. 2009.

SALOMÃO, R. de P. Seleção e aptidão de espécies arbóreas para a recuperação de áreas degradadas por mineração. 2012. 153 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Federal Rural da Amazônia.

SANTOS, R. Mineração e o Meio ambiente. 2010a. Acesso em 28 de mai. de 2014. Online. Disponível: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAABjkAD/minera-meio-ambiente,

SANTOS, L. M. dos. Restauração de Campos Ferruginosos Mediante Resgate de flora e uso de *topsoil* no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.2010b. 182p.Tese (Doutorado em biologia vegetal). Universidade Federal de Minas Gerais.

SILVA, O. P. A MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS: PASSADO, PRESENTE E FUTURO. Geonomos, v.3, n.1, p.77-86. 1995.

STANTURF, J.A.;PALIK, B.J; DUMROESEC, K. Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. Forest Ecology and Management, v. 331, p.292–323, 2014.

TERRELL, D. Avaliação da qualidade da água subterrânea em área de mineraçãode caulim: impactos e perspectivas de remediação, município de Mogi dasCruzes, SP. 2007. 97p. Dissertação de mestrado.Universidade de São Paulo.

TONIDANDEL, R. de P.; PARIZZI, M.G. LIMA, H. M. de. Aspectos legais e ambientais sobre fechamento de mina, com ênfase no estado de Minas Gerais. Geonomos, v. 20, n.1, p.32-40, 2012.

TOY. T. J.; GRIFFITH, J. J. & RIBEIRO, C. A. A. S. Planejamento a longo prazo da revegetação para o fechamento de minas a céu aberto no Brasil. Revista Árvore, v.25, n.4, p.487-499, 2001.

VAN ETTEN, E.J.B.; NEASHAM, B.; DALGLEISH, S. Soil seed banks of fringing salt lake vegetation in arid Western Australia – density, composition and implications for postmine restoration using *topsoil*. Ecol. Management & Restoration, v. 15, n. 3, p. 239–242, 2014.

ZHANG, Z.Q.; SHU, W.S.; LAN, C.Y.; WONG, M.H. Soil seed bank as an input of seed source in revegetation of lead/zinc mine tailings. Restoration Ecology, Malden, v. 9, n. 4, p. 378-385, 2001.

1. Constituição Federal de 1988, artigo 225 - todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. [↑](#footnote-ref-2)