

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

JULIANA MARCELA DE PAIVA

**AVALIAÇÃO DA COLONIZAÇÃO VEGETAL EM BARRAGEM DE REJEITO  
DE MINERAÇÃO DE BAUXITA EM ITAMARATI DE MINAS, MG.**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2015

JULIANA MARCELA DE PAIVA

**AVALIAÇÃO DA COLONIZAÇÃO VEGETAL EM BARRAGEM DE REJEITO  
DE MINERAÇÃO DE BAUXITA EM ITAMARATI DE MINAS, MG.**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do curso de graduação em Engenharia Florestal.

**Orientador:** Prof. Sebastião Venâncio Martins

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2015

JULIANA MARCELA DE PAIVA

**AVALIAÇÃO DA COLONIZAÇÃO VEGETAL EM BARRAGEM DE REJEITO  
DE MINERAÇÃO DE BAUXITA EM ITAMARATI DE MINAS, MG.**

Esta Monografia foi aprovada pela Banca Examinadora como requisito à conclusão do curso de Engenharia Florestal, do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa – UFV, em 29 de junho de 2015.

Prof. Sebastião Venâncio Martins

---

Presidente/ Orientador/ UFV, Viçosa-MG.

Aurino Miranda Neto

---

Membro da Banca/ UFV, Viçosa-MG.

Kelly de Almeida Silva

---

Membro da Banca/ UFV, Viçosa-MG.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, que me ensinou a ter coragem e que diariamente preenche meu coração com alegria.

Aos meus pais João Batista e Cenira, pelo amor e toda forma de apoio desprendida e à minha irmã Adriana, pela amizade e incentivo.

À Universidade Federal de Viçosa, por contemplar a Excelência, e a seus funcionários e colaboradores, pela acolhida. À Pró- Reitoria de Assuntos Comunitários (PCD), pelo suporte concedido.

Ao professor Sebastião Venâncio, pela orientação conduzida com maestria, ética e cordialidade, fazendo jus a sua estima. Muito obrigada!

Aos meus queridos professores, especialmente do Departamento de Engenharia Florestal, que priorizam transmitir valores e uma formação sólida a todos os alunos. Ao professor Haroldo, pelo profissionalismo e compreensão. Ao professor Acelino, pelo estágio e aprendizado.

Agradeço à Votorantim Metais, pela oportunidade de estágio e disponibilidade das informações para execução deste trabalho. A todos os meus colegas do LARA, por compartilharem comigo seus conhecimentos e experiências, prezando pelo respeito e carinho. Em especial ao Aldo, pela iniciativa e colaboração, e ao Rodrigo Barros, pela

confiança, motivação e generosidade, que deram aporte ao meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Às amigas da república (Cação, Mari, Pri, Josi, May, Tatá e Piu), pela boa convivência e pelos momentos inesquecíveis que compartilhamos. Às amigas Sabrina e Samantha, pela amizade sincera. Ao Ananias, pela oportunidade de trabalho durante a graduação. Às amigas do alojamento (Li e Dali), à Geninha, Elis e Gaetan, pelo companheirismo.

Ao colega Lucas Cardinelli, pela valiosa prontidão. Ao Aurino e a Kelly, por aceitarem o convite de estar fazendo parte da Banca Examinadora deste trabalho.

Aos colegas do laboratório, da biblioteca, das festas e todos aqueles que participaram da minha história e contribuíram para minha formação.

## **BIOGRAFIA**

JULIANA MARCELA PAIVA, filha de João Batista Paiva e Cenira Marcela, nasceu em Ubá, Minas Gerais, onde cursou o Ensino Fundamental na Escola Estadual Deputado Carlos Peixoto Filho e o Ensino Médio na Escola Estadual Senador Levindo Coelho.

Ingressou no curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa em 2008. Durante o período acadêmico fez estágio no Viveiro de Pesquisas desta instituição e no Laboratório de Patologia Florestal do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (Bioagro).

Em abril de 2014 iniciou o estágio supervisionado na unidade de mineração da empresa Votorantim Metais, na cidade de Miraí, Minas Gerais, atuando no setor de Liberação de Áreas e Reabilitação Ambiental, concluindo o estágio e a graduação em julho de 2015.

## CONTEÚDO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1	A Mineração de bauxita .....	4
2.2	Barragens de rejeito .....	6
2.3	A importância da vegetação para a melhoria das áreas degradadas por mineração .....	7
2.4	Conceitos: Recuperação, Reabilitação e Restauração .....	8
2.4.1	Recuperação .....	8
2.4.2	Reabilitação .....	8
2.4.3	Restauração .....	9
2.5	A matriz florestal como fonte de propágulos para a colonização vegetal .....	9
2.6	Espécies ruderais e sua importância na sucessão ecológica .....	11
3	OBJETIVOS .....	13
3.1	Objetivo geral .....	13
3.2	Objetivos específicos .....	13

4	MATERIAL E MÉTODOS .....	15
4.1	A área de estudo.....	15
4.2	Amostragem e análise do substrato.....	17
4.3	Amostragem e análise de vegetação .....	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
5.1	Análise do substrato.....	21
5.2	Levantamento Florístico .....	24
5.3	Valor de Cobertura (VC) e Frequência Absoluta (FAi).....	27
6	CONCLUSÕES .....	32
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34



## EXTRATO

PAIVA, Juliana Marcela. Monografia de graduação. Universidade Federal de Viçosa. Junho de 2015. **AVALIAÇÃO DA COLONIZAÇÃO VEGETAL EM BARRAGEM DE REJEITO DE MINERAÇÃO DE BAUXITA EM ITAMARATI DE MINAS, MG**. Orientador: Sebastião Venâncio Martins. Co-orientador: Aldo Teixeira Lopes.

RESUMO – Este estudo teve como objetivos analisar a composição florística da vegetação colonizadora de uma área de barragem de rejeito da mineração de bauxita, em Itamarati de Minas, MG, e caracterizar o substrato e discutir a influência das estruturas do entorno na área de colonização vegetal. O levantamento florístico foi feito em área total e a cobertura vegetal e caracterização do solo, em uma área amostral de 100 m x 20 m, delimitada por 2 transectos. A análise físico-química do substrato foi interpretada em termos de fertilidade e viabilidade industrial. A análise de cobertura totalizou 64 parcelas de 1 m x 1 m. No levantamento florístico foram listadas 34 espécies e 16 famílias, sendo que as famílias com maior número de espécies foram Asteraceae (7), Poaceae (5), Fabaceae (4) e Melastomataceae (3). O substrato, embora de baixa fertilidade, permitiu o estabelecimento de algumas espécies, sobretudo ruderais. A presença de algumas poucas espécies arbóreas foi relacionada à dispersão a partir de um fragmento florestal no entorno. A baixa

diversidade de espécies e os valores de cobertura e frequência absoluta foram atribuídos à dominância de herbáceas devido à eficiência da dispersão anemocórica e à agressividade competitiva. Por outro lado, estas espécies estão contribuindo para melhorar as condições do substrato, através da incorporação de matéria orgânica e nutrientes, e proteção contra processos erosivos. Para acelerar o processo de sucessão na área, recomenda-se a aplicação de técnicas de nucleação e o controle de gramíneas exóticas agressivas.

# 1 INTRODUÇÃO

O setor da mineração contribui de forma efetiva para o bem estar e a qualidade de vida de presentes e futuras gerações, considerando sua empregabilidade e produção de insumos para a indústria (MINÉRIOS e MINERALES, 1999).

De acordo com Griffith et. al. (1996), a mineração brasileira tende a assumir responsabilidades e investimentos crescentes, visto as exigências do mercado e das leis minerárias, visando atender as demandas com qualidade e às normas da International Organization for Standardization (ISO).

A mineração de bauxita, por sua vez, integra a cadeia produtiva dos metais, pois é usada para a produção metalúrgica (alumina e alumínio primário), e para múltiplas atividades econômicas, o que a situa abaixo apenas do ferro, no ranking de utilidade, levando em consideração a quantidade e o valor do metal empregado (CARDOSO, 2011).

Contudo, conforme afirma Guimarães (2015), sua exploração resulta em impactos como: poluição visual, erosões, assoreamento de corpos d'água e redução da biodiversidade, pois a atividade minerária, assim como outras atividades antrópicas, gera impactos sobre a área de implantação e seu entorno

(LONGO et. al. 2011), ao passo que diferentemente de outras atividades, elas são pontuais.

Um ponto importante inserido nesse contexto é o gerenciamento e controle das barragens de rejeito, pois o beneficiamento da bauxita requer uma série de etapas, e os rejeitos desse processo, após sofrerem um adensamento no teor de sólidos em suspensão, são depositados em bacias de contenção.

Uma vez que a capacidade de armazenamento da barragem está esgotada, ou por outros critérios, ela é desativada, faz-se necessária a recuperação da área degradada. Pinto-Coelho (2009) considera que a recuperação da paisagem é o início desse processo, e se dá através de uma sucessão ecológica que tende a culminar na volta do estágio de clímax, típico da região. Existe, porém, outros autores que, diferentemente, acreditam que nem sempre a sucessão acontecerá desta forma, podendo ser impactada por fatores que irão interferir no processo.

Para tanto, o estudo das comunidades colonizadoras iniciais é de grande relevância, haja vista que o estabelecimento de espécies arbustivas e arbóreas é favorecido pelas condições ecológicas promovidas pela cobertura inicial por espécies herbáceas e subarbustivas (MARTINS, 2002), as quais no cenário da restauração são conhecidas como ruderais. Em contrapartida, o autor destaca que a florística típica nesse estágio é composta por espécies que podem inibir ou atrasar a regeneração da área, devido à sua agressividade competitiva.

Outro aspecto favorável às espécies destes grupos é a tolerância às condições adversas da área, como o tipo de substrato e suas características físico-químicas. Gomes-Pompa e Wiechers (1979) destacam a importância dos estudos sobre solos ou substrato para se entender o planejamento dos processos ecológicos.

Da mesma forma, deve-se analisar a vegetação colonizadora das áreas degradadas e a influência das áreas de entorno para o início do processo sucessional.

Um estudo de caracterização fitossociológica da regeneração natural de uma área restaurada após a mineração de bauxita, realizado no município de Itamarati de Minas, Minas Gerais, atribuiu à presença de fragmentos florestais e da avifauna dispersora de sementes, como um dos fatores que contribuíram para

a regeneração natural e colonização de uma área restaurada (ESPERANÇA et. al, 2011).

Nesse contexto, em termos de custo e eficiência ecológica, as alternativas para a recuperação de áreas degradadas que tendem a se aproximar das condições originais – restauração – são de grande interesse para as empresas, sendo, em alguns casos, utilizados o manejo e a indução de processos ecológicos. Segundo Salomão (2007), “a restauração florestal das áreas mineradas tornou-se uma condicionante indispensável no licenciamento das minas”.

Todavia, a incipiência de estudos em áreas degradadas por mineração, aliados às suas particularidades, como as barragens de rejeito de mineração de bauxita, estimula a abordagem de temas que possam enriquecer as pesquisas nesta área.

Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar a composição florística e a cobertura da vegetação colonizadora da barragem de rejeito de mineração de bauxita, em Itamarati de Minas, Minas Gerais, e caracterizar o substrato e discutir a influência das vegetações do entorno da área.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A Mineração de bauxita**

A bauxita é composta por óxidos de alumínio, ferro e sílica ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , e  $\text{SiO}_2$ ) e a maior parte das reservas mundiais encontram-se nas regiões tropicais e subtropicais (PINTO-COELHO, 2009). O nome “bauxita” é derivado da cidade Le Baux, na França onde foi identificada em 1821 (BARRETO, 2001). Seu uso comercial é quase exclusivo para a produção de alumina, que é transformada em alumínio e outros produtos químicos. Pequena proporção da bauxita – menos de 10% da produção – se destina ao uso não metalúrgico (MINISTÉRIO DE MINAS e ENERGIA - MME 2009).

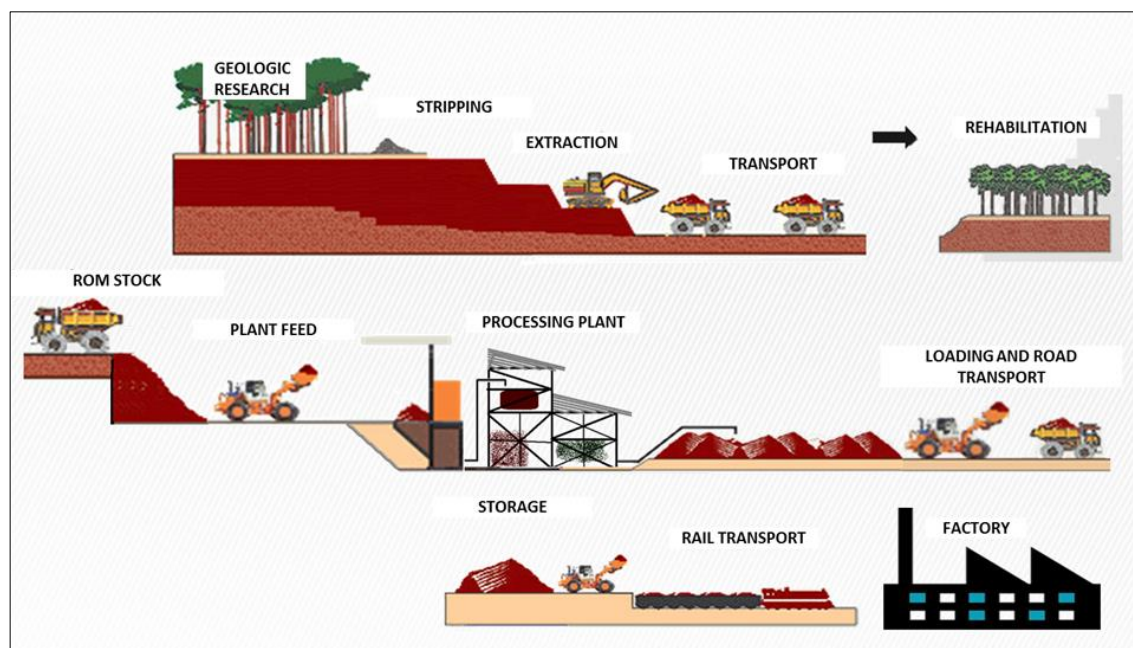
No Brasil, a mineração de bauxita tem participação importante tanto para o mercado interno, como no mercado internacional (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2007). A extração varia de pequenas a grandes minas, e esta atividade desempenha um papel importante na arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) e de impostos, contribuindo para a receita dos municípios onde as unidades estão instaladas (MME, 2009), além da geração de empregos diretos e indiretos pelo setor.

Segundo Lopes (2014), a atividade minerária, além de ser uma indústria de base, promove indiretamente outras atividades econômicas.

As reservas minerárias no Brasil apresentam características químicas que se enquadram nos padrões exigidos pelo mercado mundial, isto implica em seu potencial para a exportação (MME, 2009). Portanto, o setor minerário é de grande relevância para o produto interno bruto do país (PIB).

Todavia, a mineração gera impactos para o ambiente, sendo os principais deles: a perda da biodiversidade, da fertilidade natural do solo e a interferência nos recursos hídricos da região de extinção. Estes impactos são decorrentes do processo produtivo.

O processo produtivo da mineração de bauxita conta com as etapas de decapeamento, escavação, transporte, disposição de rejeitos, britagem, lavagem e secagem, assim como está condicionado à recuperação das áreas degradadas. A produção do minério nas minas e usinas de tratamento e a deposição dos rejeitos de mineração estão representadas na figura 1:



**Figura 1.** Fluxo da produção na mineração de bauxita. Fonte: Votorantim Metais.

Levando em consideração os impactos no meio ambiente do decurso das atividades de mineração, as empresas têm se conscientizado, no que se refere à

necessidade de investimentos relacionados aos controles ambientais desde o início do projeto até a mitigação ambiental (DE SOUZA e DOS SANTOS FILHO, s.d).

## **2.2 Barragens de rejeito**

Em sua obra, Pinto-Coelho (2009) afirma: “Um dos principais impactos da mineração de bauxita está associado à necessidade de se construir e gerir grandes reservatórios que irão receber os efluentes da mina”.

Estes reservatórios são estruturas que têm por finalidade reter os resíduos sólidos e líquidos dos processos de beneficiamento de minério e são assim descritas por De Souza e Dos Santos Filho (s.d) como barragens de rejeito. Os mesmos autores ressaltam que o planejamento para a implantação destas barragens considera, dentre outras, as características geológicas, hidrológicas, topográficas e geotécnicas, os aspectos ambientais, sociais e a segurança ou avaliação de riscos. Estes autores classificam as barragens em três categorias:

1. As barragens para represar água, consideradas como ativas (em uso);
2. As barragens para represar os sólidos em suspensão, incluindo lama;
3. As barragens e outras obras para despejar os rejeitos sólidos livre d'água.

As duas últimas, podem estar ou não ativas.

O material particulado que se destina às barragens é definido como rejeito.

Os rejeitos são partículas sólidas resultantes da britagem, da moagem, e eventualmente do tratamento químico do minério, sem nenhum valor econômico. A granulometria dos rejeitos varia em função do tipo do minério. Os rejeitos são transportados para os locais de disposição em tubulações, por gravidade ou por bombeamento, com grande quantidade de água. Chama-se de polpa a suspensão de rejeitos e água, sendo que a porcentagem de água é de aproximadamente 70% (NIEBLE, 1986).



### **2.3 A importância da vegetação para a melhoria das áreas degradadas por mineração**

Por regulamentação legal, é atribuída à empresa, a recuperação das áreas degradadas, provenientes do exercício da atividade:

O poluidor é obrigado a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade - recuperação de sítios degradados - criou o CONAMA e o SISNAMA (Lei 6.938/81, Regulamentada pelo decreto nº88.351, 1983).

As ações que visam cumprir a legislação e viabilizar a sustentabilidade do setor devem ser avaliadas e aplicadas, observando a obrigatoriedade da recuperação das áreas degradadas, pois “O infrator que cometer dano ambiental ficará obrigado a recompor plenamente a área degradada, devendo adotar todas as providências cabíveis para esse fim” (CF, art.72 § II, 2003).

A remoção da cobertura florestal do solo provoca grandes impactos na topografia local, através da erosão e da sedimentação (CURTIS, 1973). Além disso, normalmente em áreas degradadas os solos apresentam níveis baixos de nutrientes e variação das características físico-químicas (MOREIRA, 2005).

Quando um ecossistema tem seus meios de regeneração bióticos suprimidos, ele apresenta baixa resiliência, pois o retorno ao estado anterior pode ou não ocorrer ou ser extremamente lento (CARPANEZZI et. al., 1999 citado por SALOMÃO et. al., 2007).

A metodologia de recuperação está condicionada às propriedades do solo ou substrato que possam proporcionar condições adequadas para o desenvolvimento e estabelecimento das plantas (FONTES, 1991).

É possível também estabelecer uma correlação das características do solo com o tipo de cobertura vegetal. Um estudo feito por Siqueira (1993), por exemplo, constatou que vegetais que formam simbiose com microrganismos fixadores de nitrogênio demandam menos adubação nitrogenada, além de contribuírem com a auto sustentabilidade dos sistemas agrícolas, florestais ou de reabilitação.

MOREIRA (1994) em sua pesquisa, concluiu que espécies leguminosas arbóreas incorporadas ao solo, contribuem para o aumento do teor de matéria orgânica, ao associar a concentração de nitrogênio destas espécies com a produção de biomassa.

Alguns problemas intrínsecos aos solos degradados são citados por Thompson e Hutnik (1972), dentre eles, destacam-se: a instabilidade, textura inadequada e temperaturas diurnas da camada superficial elevadas. De acordo com Moreira (2005), “a única maneira de mitigar a maior parte desses impactos negativos é através do restabelecimento de uma cobertura vegetal perene sobre o local modificado.”.

## **2.4 Conceitos: Recuperação, Reabilitação e Restauração**

Na literatura, existe certa confusão com relação à interpretação dos conceitos de Recuperação, Reabilitação e Restauração. Em algumas literaturas esses conceitos são apontados como diferentes, e em outras, como sinônimos.

De modo geral, estes termos implicam procedimentos para reverter degradação ambiental e são usados levando em consideração seus objetivos e metas (BALIEIRO e TAVARES, 2008).

### **2.4.1 Recuperação**

A legislação federal brasileira menciona que o objetivo da recuperação é o “retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente” (Decreto Federal 97.632/89). Logo, entende-se que haverá um estado favorável para estabelecer um novo equilíbrio, desenvolvendo o solo e a paisagem.

Salomão et. al. (2007) afirmam que neste processo são necessárias iniciativas antrópicas, empregando-se duas técnicas distintas: a restauração e a reabilitação.

### **2.4.2 Reabilitação**

Reabilitação é definida como o retorno de um local degradado a uma condição de equilíbrio ambiental, reparando a produtividade e os serviços ecossistêmicos, sem contudo significar o retorno de estrutura similar à do ecossistema de referência (SER, 2004).

A área retorna a um estado biológico, adaptada. Contudo, não somente se destina ao uso produtivo, como à recreação ou valorização estético-ecológica.

### **2.4.3 Restauração**

Restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de ecossistema de referência que foi degradado, danificado ou destruído, sendo considerado restaurado, o ecossistema capaz de manter-se em estrutura e função (SER, 2004).

Subentende-se que o ecossistema restaurado se aproxima em termos de diversidade e funcionamento, da condição de antes da degradação. Neste contexto, Viana (1990) assinala como principais aspectos: a estrutura original, a dinâmica e as interações biológicas. Nesse contexto, as técnicas empregadas, a viabilidade econômica e os resultados deste processo são questionáveis.

O abandono da área, por sua vez, pode suscitar em um processo de recuperação espontânea, ou regeneração natural.

Apesar de haver distinções entre estes conceitos na literatura, na área ambiental observa-se o propósito comum de se estabelecer condições que garantam a estabilidade do ambiente e a sua sustentabilidade. Contudo, obviamente a restauração ecológica é mais rigorosa que a reabilitação.

## **2.5 A matriz florestal como fonte de propágulos para a colonização vegetal**

Alguns fatores estão diretamente ligados à velocidade do processo de regeneração natural, dentre eles, destacam-se a disponibilidade de propágulos no solo e proximidade de fragmentos florestais (MARTINS, 2013; MARTINS et al. 2015).

Por sua vez, a dispersão de propágulos para a colonização por determinadas espécies está associada à presença de banco de sementes, de estruturas verticais, aos padrões do ambiente, da vegetação, da fisiologia e à morfologia dos propágulos (PILAR, 1994).

Segundo Vensk (2014), a dispersão é possível devido às estruturas reprodutivas denominadas diásporos, as quais foram desenvolvidas pelas plantas durante o processo de evolução, e que apresentam adaptações estruturais formadas por diferentes características morfológicas.

“O processo de dispersão no meio ambiente é essencial para a colonização de habitats e para a constituição da riqueza e da estrutura espacial e temporal das populações de plantas” (VAN DER PIJL, 1969; BARBOSA et. al., 2009). Paralelamente, ela depende de fatores que viabilizam sua ocorrência, como por exemplo, a população de avifauna como agentes dispersores.

Conforme Janzen (1980), uma das razões atribuídas ao processo de dispersão, é aumentar a probabilidade de colonização em novos locais apropriados para a germinação e estabelecimento da plântula.

Através de um estudo realizado no município de Viçosa, observou-se a importância da matriz florestal como fonte de propágulos para a transposição do banco de sementes (MIRANDA NETO et. al, 2010). Os autores avaliaram a viabilidade da metodologia para a restauração florestal em área de pastagem abandonada, ressaltando a importância de se observar a presença de sementes que possam inibir a sucessão de interesse, como espécies herbáceas e gramíneas invasoras.

Um estudo realizado em Brás Pires, MG, mostrou o avanço da colonização por espécies arbóreas em uma área de mineração de caulim (DE ARAÚJO et. al, 2005). Os autores atribuíram o desenvolvimento da vegetação à presença de árvores isoladas remanescentes que serviram de poleiros para aves dispersoras de sementes e à presença de fragmentos florestais nas proximidades da área degradada. Os autores também destacaram o início de um horizonte A pela incorporação de matéria orgânica em serapilheira depositada pela vegetação. Este estudo permitiu observar como a vegetação pode promover melhorias nas condições do substrato.

Por conseguinte, é possível concluir que a presença de fragmentos florestais, ou a existência de uma matriz florestal, tem importante papel neste processo, pois atua como fonte de propágulos, viabilizando a colonização das espécies em outras áreas.

## 2.6 Espécies ruderais e sua importância na sucessão ecológica

O conceito de sucessão é definido como sendo “o processo de alterações graduais e progressivas num ecossistema resultante de fatores abióticos sobre os organismos e da reação destes” (MARTINS, 2012).

Para CLEMENTS (1916) e MARGALEF (1968), este processo é altamente ordenado e previsível, no qual o histórico da comunidade pode ser representado por mudanças na vegetação, partindo de ecossistemas mais simples para os mais complexos. Atualmente, porém, as teorias afirmam que a sucessão é imprevisível.

A vegetação pode ocorrer em substrato recém-formado ou exposto, em local sem legado biológico de vegetação, caracterizando uma sucessão primária (PILAR, 1994). Neste caso, o processo de sucessão leva a formação e colonização de um novo substrato (GOTELLI, 2009). Os propágulos que iniciam a colonização devem ser provenientes de outras áreas.

Uma maior diversidade de espécies, quando incorporada em áreas de recuperação, possibilita a evolução natural para um sistema mais próximo da estabilidade. Em áreas mineradas, para atenuar os fatores limitantes ao estabelecimento de uma comunidade vegetal, deve-se observar a importância da disponibilidade de recursos que vão favorecer ao condicionamento de substratos e o processo de sucessão (REIS, 2006).

O mesmo autor descreve em seu trabalho, que algumas espécies podem deter vantagens de interesse ecológico para a recuperação de áreas degradadas, como as leguminosas fixadoras de N<sub>2</sub> atmosférico, que contribuem para o recobrimento do solo/substrato e o aporte de carbono e nitrogênio. Ainda, de acordo com Moraes e Pereira (2003), a maioria das forrageiras exóticas no Brasil apresenta crescimento rápido em locais abertos e pleno sol, tendo assim potencial para a recuperação de solos degradados.

Conforme afirmação de Grime (2001), citado por Martins et al. (2015) “ervas de alguns gêneros pertencentes à família de Poaceae e Cyperaceae possuem capacidade de colonizar rapidamente áreas de pastagens abandonadas”. Estas pertencem a um grupo funcional distinto e são chamadas ruderais, denominação das primeiras espécies que

ocupam uma área após um distúrbio e é devidamente atribuída às espécies pertencentes a esse grupo, sua importância para o início do processo sucessional.

Vale ressaltar que muitas espécies ruderais, denominadas plantas daninhas no universo agrônomo, são de extrema importância para iniciar o processo de sucessão em solos degradados, gerando um modelo de facilitação (CONNEL e SLYTER, 1977), ao passo que muitas espécies exóticas de rápido crescimento e muito agressivas, como a braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster) e a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). Embora possam melhorar um solo degradado, promovendo sua rápida cobertura e incorporação de matéria orgânica e nutriente, inibem ou retardam a sucessão, gerando um modelo de inibição.

Dessa forma, a composição florística de uma vegetação colonizadora e sua relação com outros aspectos de estudo é um subsídio para o conhecimento da regeneração natural em áreas degradadas.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a colonização vegetal de uma área degradada, em barragem de rejeitos de mineração de bauxita, em Itamarati de Minas, MG e seu potencial de regeneração natural.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Avaliar a composição florística e cobertura da vegetação colonizadora da barragem de rejeito de mineração de bauxita, em Itamarati de Minas, MG, como um aporte científico à compreensão do processo de sucessão ecológica em áreas degradadas.
- Caracterizar o substrato, através de análise físico-química, de modo a estabelecer sua relação com as espécies colonizadoras e contribuir para o registro de dados da área de estudo.

- Inferir, a partir dos dados levantados, a influência das vegetações de áreas do entorno, como fontes de propagação para a regeneração natural.
- Disponibilizar informações, propondo ações factíveis que contribuam com os procedimentos de restauração em áreas degradadas similares.



## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado na unidade de mineração da Companhia Brasileira de Alumínio – Votorantim Metais, no município de Itamarati de Minas, sendo procedente da parceria estabelecida entre a referida empresa e o Laboratório de Restauração Florestal da Universidade Federal de Viçosa (LARF-UFV).

O município de Itamarati de Minas está localizado na Mesorregião da Zona da Mata (21° 24' 22" lat., 42° 48' 32" long.), a 308 km da capital Belo Horizonte/MG, fazendo divisa com os municípios de Cataguases, Leopoldina, Astolfo Dutra, Dona Euzébia e Descoberto. Sua altitude varia em torno de 200 m. O município faz parte da bacia do rio Paraíba do Sul, sendo banhado pelo rio Novo, afluente do rio Pomba (IBGE, 2008).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen , é tropical e classificado como Aw (com estação seca de inverno), havendo mais pluviosidade no verão que no

inverno. A temperatura média é 22.8 °C e 1305 mm é o valor da pluviosidade média anual.

A vegetação da região é do tipo Floresta Estacional Semidecidual, pertencente ao bioma Mata Atlântica, sendo grande parte do território coberto por campos e pastagens (AGEVAP, 2006).

A pesquisa em questão foi realizada na barragem de rejeitos de mineração de bauxita, inserida na unidade da Votorantim Metais (figura 2). A área total da barragem compreende aproximadamente a 78 ha. O substrato característico corresponde ao rejeito sólido sedimentado, resultante do beneficiamento da bauxita. O entorno da barragem é composto por fragmentos florestais intercalados com áreas de pastagens abandonadas, sendo que a floresta próxima à instalação das parcelas está em estágio de sucessão intermediário (CONAMA, 1993).



**Figura 2.** Barragem de rejeitos – Itamarati de Minas. Fonte: Dados Cartográficos. 2015. Google Earth.

As operações na unidade de Itamarati de Minas (MG) foram iniciadas em fevereiro de 1992, “[...] adotando os requisitos da norma ISO 14001 e complementados pela norma ISO 14004” (CARDOSO, 2011). Devido ao esgotamento da capacidade de armazenamento da barragem de rejeitos e por questões de avaliação estratégica, a empresa suspendeu suas operações em janeiro de 2014.

Conforme levantado pela empresa, o volume de rejeito depositado até o ano de 2013 foi quantificado em 12.380.000,00 m<sup>3</sup>. Os efluentes líquidos da barragem foram

então, tratados pela Estação de Tratamento de Efluentes instalada na unidade local e vertidos para o rio Novo.

Assim, a maior parte do seu substrato ficou exposta à luz, intempéries e atuação biótica.

#### **4.2 Amostragem e análise do substrato**

Para a caracterização do substrato, foi delimitada uma faixa (100 m x 20 m) levando em consideração a representatividade da área colonizada pela vegetação, onde as parcelas foram instaladas (figura 3).

Foram coletadas duas amostras (A1 e A2), de aproximadamente 250 cm<sup>3</sup> composta por 30 amostras simples, cada, na camada de 0-10 cm, que foram obtidas ao longo de um caminhar em zig-zag pela faixa. Após a devida identificação, as amostras foram encaminhadas a dois laboratórios distintos:

- A1 – Submetida às análises químicas e físicas, realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, sob a qual foram analisados:
  - Granulometria, para a classificação textural.
  - Parâmetros de rotina (pH, H<sub>2</sub>O, Carbono orgânico, Cálcio trocável, Magnésio trocável, Acidez trocável, Acidez potencial, Soma de bases, Capacidade efetiva de troca de cátions, CTC a pH 7, Saturação por Alumínio, Saturação por bases, Fósforo disponível, Fósforo remanescente, Potássio disponível.
  - Teor de Nitrogênio (N).
  - Teor de Matéria orgânica (MO).

A amostragem e análise do substrato de A1 foram realizadas conforme diretrizes da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG), recomendadas na obra de Alvarez V. et. al. (1999).

- A2 – Submetida à análise química pelo Laboratório Químico da Votorantim Metais, em Itamarati de Minas, MG, sendo analisados os seguintes parâmetros:
  - Teor de Alumínio aproveitável ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).
  - Teor de Sílica reativa ( $\text{SiO}_2$ ).
  - Teor de Óxido de Ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

A amostragem e análise do substrato de A2 foram realizadas conforme diretrizes do Padrão Operacional de Procedimento do Laboratório Químico da Votorantim Metais (VOTORANTIM METAIS, 2015).

### **4.3 Amostragem e análise de vegetação**

O levantamento florístico e de cobertura da vegetação colonizadora foi realizado em duas etapas (E1 e E2):

- E1 – Amostragem e coleta de todas as espécies encontradas por meio de percursos aleatórios em toda a área. A identificação foi feita mediante comparação com exsicatas do herbário VIC do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa e por contribuição de especialistas, quando necessário. As espécies foram classificadas em famílias e tiveram os nomes científicos e seus respectivos autores atualizados de acordo com o sistema Angiosperm Phylogeny Group III (BREMER et al., 2009) e pela base de dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (2015).
- E2 – Alocação de parcelas em área de colonização vegetal da barragem de rejeito. Foram traçados 2 transectos paralelos com extensão de 100 m cada, distantes 10 m entre si, delimitados nos vértices por tubos rígidos de PVC e seus perímetros, por fitilho plástico. Em cada transecto foram inseridas 32 parcelas (totalizando 64) de 1 m x 1 m (Figura 4).



**Figura 3.** Área de amostragem (21 ° 26' 48'' lat. 42° 52' 24'' long). Fonte: Dados Cartográficos. 2015. Google Earth. PtA= Pastagem abandonada; Mt= Mata; AE= Área de estudo.

A avaliação da cobertura pelas espécies contidas nas parcelas foi feita visualmente, determinando-se um percentual entre 0% e 100%, e posteriormente obtendo-se o grau de cobertura pelos valores médios para cada espécie (RONDON NETO, 1999 citado por MARTINS et al ,2002). O valor de cobertura (BRAUN-BLANQUET, 1979) foi calculado através da expressão:

$$Vci = \sum \sum_{i=1}^n \frac{ci}{n}$$

Em que:

- Vci = valor de cobertura da i-ésima espécie, em %;
- Ci = porcentagens de cobertura da i-ésima espécie;
- n = número total de parcelas amostradas.

A frequência absoluta de cada espécie foi obtida pela expressão:

$$FAi = \frac{Ui}{Ut} \times 100$$

Em que:

- $FA_i$  = Frequência absoluta da  $i$ -ésima espécie, em %;
- $U_i$  = Número de unidades amostrais em que a espécie  $i$  foi amostrada;
- $U_t$  = Número total de unidades amostrais.



**Figura 4.** Modelo de parcelas (1 m x 1 m) utilizadas na amostragem e análise da vegetação.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Análise do substrato**

De acordo com os resultados da análise física, o substrato da área foi caracterizado como franco arenoso (tabela 1), variando em maior quantidade de areia grossa e areia fina. Em solos e substratos arenosos, a lixiviação de nutrientes (principalmente nitrogênio em forma de nitrato) é mais rápida e intensa (RAIJ, 1981). Ainda é importante considerar sua capacidade de retenção de umidade. Embora seja úmido e até alagado no período das chuvas, na estação seca tende a perder muita umidade, o que restringe o número de espécies adaptadas.

Em um estudo em área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, (DE ARAÚJO et al., 2005) relacionaram a classificação de um substrato arenoso à sua susceptibilidade aos processos erosivos, ao passo que sua boa aeração ofereceu condições favoráveis à germinação de sementes. Além disso, estes aspectos se relacionam à movimentação de água no solo, na penetração de raízes, absorção de nutrientes e na mecanização que devem ser consideradas na recuperação destas áreas degradadas.

**Tabela 1.** Resultados da Análise Física do Substrato.

Amostra	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	(1) Classificação textural
	Kg/Kg	Kg/Kg	Kg/Kg	Kg/Kg	
A1	0,198	0,367	0,240	0,195	Franco arenoso

(1) SBCS

Os resultados da análise química seguem evidenciados na tabela 2. Para se interpretar esses valores, foram adotados os critérios de Alvarez V. et. al. (1999), aplicáveis ao estado de Minas Gerais.

**Tabela 2.** Resultados da Análise Química do Substrato.

Amostra	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
	H2O	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
	5,47	1,0	3,0	0,22	0,06
	Al <sup>3+</sup>	H+ Al	SB	t	T
	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
A1	0,10	1,3	0,29	0,39	1,59
	V	m	P-Rem	MO	N
	%	%	mg/L	dag/Kg	dag/Kg
	18,2	25,6	8,7	0,53	0,475
Amostra	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
	%	%	%		
A2*	24,0	2,5	21,5		

pH em água 1:2,5. P-K Extrator Melich1. Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup> Al<sup>3+</sup> Extrator KCl. SB=Soma de bases trocáveis. T=Capacidade de Troca Catiônica. m=Índice de saturação por Alumínio. MO=Matéria Orgânica Walkley Black. N Kjeldhal. H+Al = Extrator Acetato de Cálcio. t= Capacidade de Troca Catiônica Efetiva. V=Índice de Saturação por Bases. P-rem= Fósforo Remanescente. A2\*Bayer.



A acidez ativa, ou pH foi considerada média. Deve-se observar, porém, que este fator não atua isoladamente, avaliando-se entre outros, a disponibilidade de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e matéria orgânica (MO).

Tem-se também um baixo teor de fósforo (P), uma vez que ele está associado à presença da matéria orgânica (MO) e teor de argila. Esta classificação repetiu-se na análise do nitrogênio (N), potássio (K) e do fósforo remanescente (P-rem). Segundo Alvarez V. et. al (1999), “a disponibilidade de potássio e de fósforo varia de acordo com a dinâmica das fontes destes nutrientes”.

A capacidade de troca catiônica efetiva (t) foi considerada muito baixa, assim como o percentual de saturação por bases (V). Este último permite inferir que se trata de um substrato pobre e distrófico e evidencia a baixa concentração de íons  $\text{H}^+$  e poucos íons adsorvidos no complexo de troca ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e K).

Concomitantemente, constatou-se que a acidez trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ) também é muito baixa, inferindo-se este fato a pouca presença e disponibilidade de  $\text{Al}^{3+}$  no meio e no complexo de troca. É importante ressaltar que o  $\text{Al}^{3+}$  é extraído do material de interesse do processo de mineração de bauxita, como constituinte da alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e que este fator contribui para que o rejeito depositado não contenha alto teor de alumínio trocável, para fins econômicos.

Devido aos impactos sofridos pela área, possivelmente o empobrecimento do solo sucedeu a supressão da vegetação e da camada superficial do solo, pela deposição de rejeitos da mineração e alagamento contínuo da área por um longo período.

Os percentuais avaliados na amostra A2 levaram em consideração os teores de interesse industrial, que tornam viável o processo da mineração para a produção do alumínio, como parâmetros comparativos. Em termos industriais, estes valores se referem ao teor de sílica reativa (até 3,5%), alumina aproveitável (próximo a 42%) e ferro (até 12%).

A proporção entre alumina aproveitável e sílica reativa é importante em virtude da reação desta última com o hidróxido de sódio. Teores elevados de sílica reativa podem ser considerados antieconômicos para obtenção de alumina pelo processo Bayer.

O teor de óxido de ferro na bauxita é importante para conhecer melhor sua composição e realizar ajustes no processo de beneficiamento. Ele é responsável pela decantabilidade e sua presença é favorável, porém, valores elevados de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> comprometem o processo.

Neste contexto, a análise química constatou que o substrato possui um teor de alumínio aproveitável abaixo do esperado, contrariamente ao óxido de ferro, que ultrapassa o percentual adequado. Já o teor de sílica reativa se enquadra nos limites estipulados para a eficiência do processo de Bayer.

Todavia, em alguns casos, são avaliados outros métodos, visando, por exemplo, concentrar os teores de alumina para obter um processo economicamente viável e um material industrialmente satisfatório. Logo, estes valores não restringem necessariamente a utilização do rejeito como fonte de extração do minério, ressaltando a importância da avaliação econômica e levando em consideração outros critérios estabelecidos (aspectos legais e operacionais, por exemplo).

## **5.2 Levantamento Florístico**

O levantamento florístico contabilizou 34 espécies, distribuídas em 16 famílias. Apenas uma delas foi identificada em nível de gênero, conforme a listagem apresentada na tabela 3.

A família Asteraceae foi a de maior riqueza, com 7 espécies, seguida por Poaceae, (5), Fabaceae (4), Melastomataceae (3) e Cyperaraceae, Malvaceae e Rubiaceae, com 2 espécies. As famílias Appiaceae, Cannabaceae, Cecropiaceae, Leguminoseae, Lythraceae, Moraceae, Phyllantaceae, Phytolaccaceae, Scrophulariaceae e Solanaceae foram representadas por apenas uma espécie cada. A distribuição de riqueza em percentual destas famílias pode ser observada na figura 5.

Para um substrato de baixíssima fertilidade e sujeito a variações drásticas de umidade como este da barragem, a riqueza florística encontrada pode ser considerada alta. É possível atribuí-la não só ao fator de adaptação às condições edafoclimáticas, como, sobretudo a presença de fontes de propagação no entorno da barragem e às

características específicas das espécies que permitem que elas coexistam, passando a integrar o ambiente adverso de uma área degradada. Portanto, esta constatação vem a confirmar a importância da dispersão de sementes e conservação dos fragmentos florestais (DE ARAÚJO et al., 2005; MARTINS, 2013).

As Asteraceae são, em sua maioria, plantas herbáceas (LORENZI, 2008), de rápido crescimento e colonizadoras de áreas degradadas. Uma pesquisa realizada em áreas mineradas em processo de restauração no estado do Paraná, listando espécies desta família, confere à eficiência da dispersão a sua participação no cenário da recuperação de áreas degradadas (HEINDEN, 2007) como pioneiras na colonização vegetal. O autor destaca a importância destas espécies como elemento a ser considerado no manejo das áreas após a mineração.

As famílias Asteraceae e Poaceae são comuns em estudos sobre plantas consideradas daninhas em termos agronômicos, provavelmente pela disseminação e elevada ocorrência em ambientes antropizados. Estas plantas são chamadas ruderais no contexto da sucessão ecológica, e tem seu ciclo de vida sob condições distintas daquelas que compõem ecossistemas maduros.

Em um estudo realizado em área em restauração pós-mineração de bauxita, no município de Descoberto, MG, Silva (2013) observou que as famílias Asteraceae e Poaceae obtiveram maior riqueza de espécies, sendo a primeira em sua maioria, composta por herbáceas e a segunda, por gramíneas. Foram encontradas também espécies do gênero *Melinis* e *Uroclhoa*. A autora destacou a importância da influência de tais espécies no processo de sucessão e sobre o estabelecimento de outras espécies ruderais e nativas.

De acordo com Grime (1989) e Lorenzi (1991) “a extrema habilidade das plantas ruderais quanto à sobrevivência e crescimento em áreas degradadas é atribuída a mecanismos desenvolvidos pela natureza: plantas tipo C4, grande agressividade competitiva, grande produção e longevidade das sementes”. As espécies da família Poaceae, por exemplo, podem colonizar diversos tipos de ambientes, mesmo que suas condições sejam inóspitas (HOLM et. al., 1991).

Contudo, torna-se necessário, em alguns casos, adotar procedimentos de manejo para controlar as populações dessas espécies, devido a sua agressividade competitiva.

Além destas, a maioria das espécies herbáceas das demais famílias também possuem as características listadas anteriormente que as inclui neste grupo.

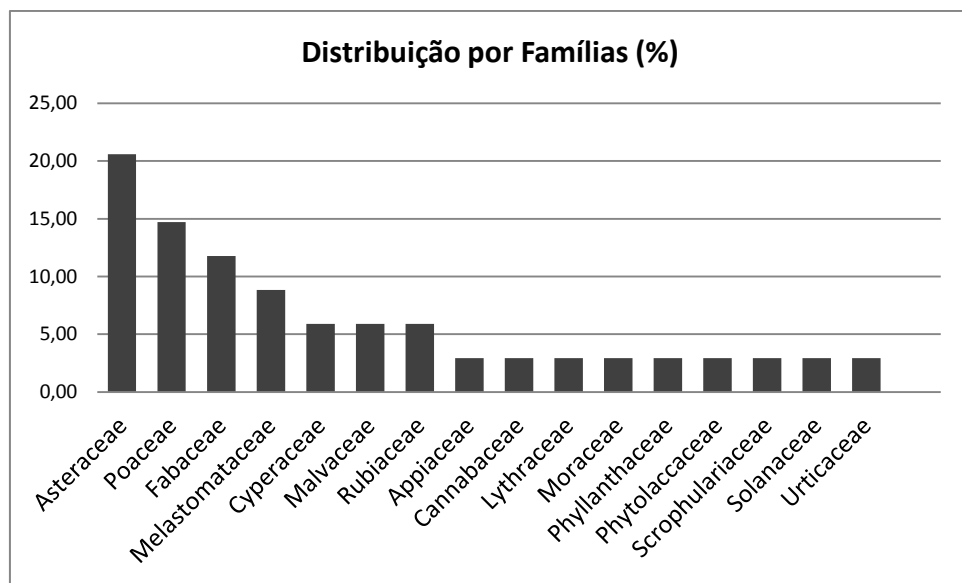
Foram encontradas também espécies arbóreas, como *schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, *Senna macranthera* (Colladon) H. Irwin & Barneby var. *micans* (Ness) H. Irwin & Barneby, *Trema micrantha* (L.) Blume e *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn. por exemplo. Fato este que pode ser considerado um indicador de dispersão por chuva de sementes, advindas dos fragmentos de floresta do entorno da barragem. Cabe destacar que estas espécies arbóreas também são pioneiras típicas de grandes áreas abertas, como clareiras, bordas de florestas e capoeiras e apresentam capacidade de rápido crescimento em pastagens abandonadas e áreas degradadas em geral.

**Tabela 3.** Listagem de espécies por famílias.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Hábito de vida</b>
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban	Herbácea
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Arbustiva
	<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M. King & H. Rob.	Herbácea
	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	Herbácea
	<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam	Herbácea
	<i>Vernonanthura diffusa</i> (Less.) H.Rob	Arbórea
	<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers.	Arbustiva
	<i>Vernonia</i> sp.	Herbácea
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arbórea
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i> L.	Herbácea
	<i>Fuirena umbellata</i> Rottb.	Herbácea
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Arbórea
	<i>Senna macranthera</i> (Colladon) H. Irwin & Barneby Var. <i>micans</i> (Nees) Irwin & Barneby,	Arbórea
	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Herbácea
	<i>Chamaecrista desvauxii</i> var. <i>latifolia</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Arbustiva
Lythraceae	<i>Cuphea calophylla</i> Cham. & Schltld.	Herbácea
Malvaceae	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum	Herbácea
	<i>Waltheria indica</i> L.	Herbácea
Melastomataceae	<i>Leandra nianga</i> Cogn	Arbustiva
	<i>Rhynchanthera dichotoma</i> (Lam.) DC	Herbácea
	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn	Arbórea
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Arbustiva

**Tabela 3.** Continuação.

Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Herbácea
	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L) Scop.	Herbácea
	<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	Herbácea
	<i>Pennisetum setosum</i> (Sw.) Rich.	Herbácea
	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf.) Webster	Herbácea
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus amarus</i> L	Herbácea
Phytolaccaceae	<i>Microtea paniculata</i> Moq.	Herbácea
Rubiaceae	<i>Diodia brasiliensis</i> Spreng.	Herbácea
	<i>Spermacoce verticillata</i> L	Herbácea
Scrophulariaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Herbácea
Solanaceae	<i>Solanum aculeatissimum</i> Jacq.	Herbácea
Urticaceae	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Arbórea



**Figura 5.** Distribuição percentual do número de espécies por famílias.

### 5.3 Valor de Cobertura (VC) e Frequência Absoluta (FAi)

Considerando a avaliação de cobertura do substrato pela vegetação colonizadora, foram amostradas nas parcelas de 1 m x 1 m, 15 espécies. Os valores de cobertura (tabela 4) demonstram a predominância de *Melinis minutiflora*, *Urochloa decumbens* e *Andropogon bicornis*, espécies da família Poaceae.

Como discutido anteriormente, a expressividade das espécies da família Poaceae pode ser justificado pela sua agressividade na colonização de grandes áreas abertas e pelo fato de no entorno da área da represa de rejeito existir trechos de pastagens de braquiária abandonadas. É possível observar na figura 6, que a abrangência destas espécies totaliza mais de 80% em relação às demais. Estes valores evidenciam a dominância ecológica que poucas espécies vêm exercendo na área, nesta fase inicial da colonização.

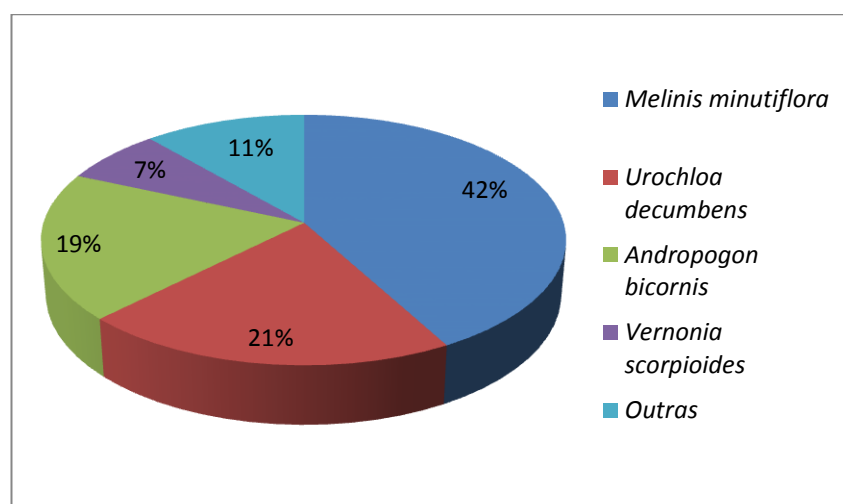
Os resultados obtidos corroboram com observações feitas em um estudo de regeneração pós-fogo realizado em um fragmento de floresta semidecídua no município de Viçosa, Minas Gerais (MARTINS et. al., 2002), no qual os autores associam a predominância da família Poaceae à agressividade de espécies de gramíneas, às condições de luminosidade do local, assim como sua tolerância ecológica a fatores ambientais, a proximidade de áreas de pastagens e a dispersão anemocórica e epizoocórica de suas sementes.

Os mesmos autores destacam a importância dessas plantas para a melhoria do substrato, quando passam a incorporar matéria orgânica, propiciando o estabelecimento de outras espécies arbustivas e arbóreas, enquanto que por outro lado, sua agressividade pode inibir a regeneração de espécies mais tardias na sucessão florestal.

As outras espécies herbáceas foram representadas por indivíduos isolados ou por pequenos grupos e, portanto, com baixo valor de cobertura. Posteriormente, com o avanço da sucessão, caso não haja aplicações de técnicas adequadas, estas espécies tendem a desaparecer ou ter sua população reduzida, devido a pouca agressividade.

**Tabela 4.** Valor de Cobertura por espécie.

<b>Espécie</b>	<b>VC</b>
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	10,88
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster	5,31
<i>Andropogon bicornis</i> L.	4,94
<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.)	1,83
<i>Diodia brasiliensis</i> (Spreng)	0,88
<i>Cyperus odoratus</i> L.	0,73
<i>Vernonia</i> sp. Lam.	0,53
<i>Chamacrista desvauxii</i> var. <i>latifolia</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	0,39
<i>Sida glaziovii</i> K. Schum	0,14
<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M. King & H. Rob.	0,09
<i>Senna macranthera</i> (Colladon) H. Irwin & Barneby var. <i>micans</i> (Nees) Irwin & Barneby	0,06
<i>Leandra nianga</i> Cogn	0,05
<i>Digitaria sanguinalis</i> L (Scop.)	0,03
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	0,02
<i>Vernonanthura diffusa</i> (Less.) H.Rob	0,02
<b>Total</b>	<b>25,89</b>



**Figura 6.** Percentual de distribuição de cobertura por espécie.

Da mesma forma, a frequência, definida por Kupper (1994) como “a probabilidade de se amostrar determinada espécie numa unidade de amostragem”, foi

analisada, e os valores também foram maiores para as espécies de gramíneas, conforme expressos na tabela 5.

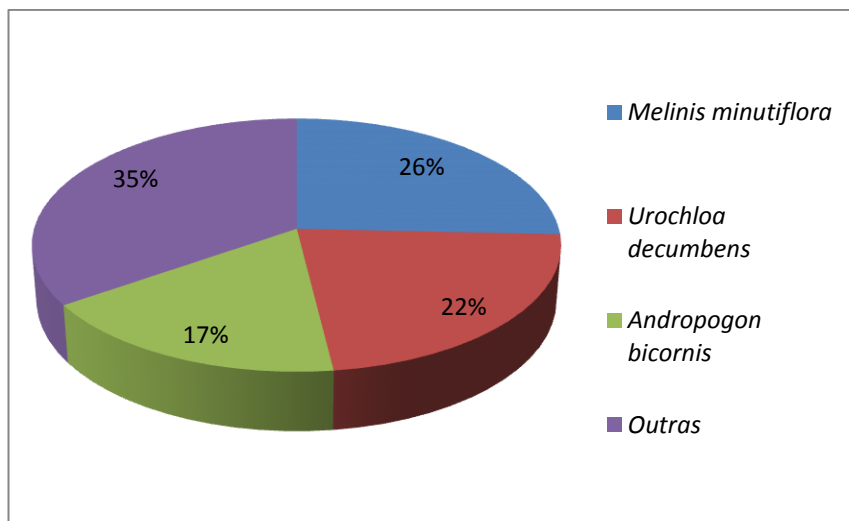
Ainda considerando o somatório em percentual, estas gramíneas possuem maior probabilidade de serem encontradas, totalizando mais do que 60% da frequência absoluta (figura 7).

As espécies *Cecropia hololeuca* (Urticaceae), *Chamaecrista desvauxii* (Fabaceae), *Digitaria sanguinali* (Poaceae) e *Vernonanthura diffusa* (Asteraceae) podem ser consideradas raras na área por conceito numérico, por apresentarem os valores mais baixos de frequência absoluta. Contudo, como são espécies pioneiras que normalmente são abundantes nas fases iniciais da sucessão florestal, logo após a fase de ervas, é possível que ainda venham a aumentar suas densidades e frequências. Portanto, constatou-se que neste primeiro ano de abandono da área está ocorrendo a colonização por uma vegetação herbáceo-arbustiva, sendo que este processo pode seguir diferentes modelos de sucessão, já que ao mesmo tempo que as espécies ruderais estão melhorando o substrato, algumas, como as gramíneas exóticas, podem inibir o avanço da regeneração florestal.

**Tabela 5.** Frequência Absoluta por espécie.

<b>Espécie</b>	<b>FA i</b>
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	25,70
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster	22,35
<i>Andropogon bicornis</i> L.	17,32
<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.)	7,82
<i>Vernonia</i> sp. (Lam.)	6,70
<i>Diodia brasiliensis</i> (Spreng)	5,59
<i>Cyperus odoratus</i> L.	5,03
<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M. King & H. Rob.	2,79
<i>Senna macranthera</i> (Colladon) H. Irwin & Barneby var. <i>micans</i> (Nees) Irwin & Barneby	1,68
<i>Sida glaziovii</i> K. Schum	1,68
<i>Leandra nianga</i> Cogn	1,12
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	0,56
<i>Chamaecrista desvauxii</i> var. <i>latifolia</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	0,56
<i>Digitaria sanguinali</i> L (Scop.)	0,56
<i>Vernonanthura diffusa</i> (Less.) H.Rob	0,56
<b>Total</b>	<b>100,00</b>





**Figura 7.** Percentual de distribuição de frequência absoluta por espécie.

## 6 CONCLUSÕES

Este estudo permitiu caracterizar a colonização vegetal de uma área degradada, em barragem de rejeitos de mineração de bauxita, em Itamarati de Minas, MG e seu potencial de regeneração natural, avaliando o substrato, a composição florística e cobertura de vegetação colonizadora, por parâmetros químicos e fitossociológicos.

Apesar dos baixos teores de macro nutrientes que caracterizam o substrato, ele pode oferecer um suporte para o desenvolvimento de algumas espécies, sobretudo, algumas herbáceas e arbustivas, inferindo que isto é possível devido à agressividade competitiva e tolerância destas espécies a condições adversas. Logo, para condução de um processo de restauração, devem ser feitos o monitoramento e o controle desta vegetação colonizadora, principalmente da cobertura de gramíneas exóticas. Como há uma tendência de aumento da cobertura por gramíneas agressivas como a *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora*, o que dificulta a regeneração de espécies arbóreas nativas, é recomendável seu controle imediato através de roçadas e capinas.

Concomitantemente, a influência das características dos fragmentos florestais do entorno foi evidenciada pelo levantamento florístico, demonstrando a importância destes fragmentos e de se adotar procedimentos que estimulem a dispersão das sementes

pela avifauna local a partir destes para o interior da área da barragem de rejeito, como instalação de poleiros artificiais.

Desta forma, o presente trabalho disponibilizou informações complementares aos estudos ambientais e regeneração em barragem de rejeito de mineração de bauxita, assim como destacou a relevância de se considerar os aspectos que contribuem para a recuperação de áreas degradadas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**.2007. Disponível em:<<http://www.ceivap.org.br/downloads/cadernos/PSR-020-R0.pdf>>. Acesso em Visitado em 15 de junho de 2015.

ALVAREZ V. et al. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

BALIEIRO, F. de C.; TAVARES, SR de L. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. **Embrapa Solos. Série documento**, 2008.

BARBOSA, J.M. et al, **Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais**. In: MARTINS, S.V. (Ed) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. P.52-73.

BARRETO, M. L et al. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM). Rio de Janeiro, RJ, 2001. 215 p.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981.** Dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=3146>. Acesso em: 24 jun 2015.

BRASIL. Decreto-lei n 97.632, de 10 de Abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D97632.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm). Acesso em: 23 jun. 2015.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales.** (Ed.) Blume. Madrid, 1979. 820 p.

BREMER, B. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 2009.

CARDOSO, José Guilherme da Rocha et al. **A indústria do alumínio: estrutura e tendências.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 33, p. 43-88, 2011.

CARPANEZZI, A., et al. **Funções múltiplas das florestas: conservação e recuperação do meio ambiente.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1999, Campos do Jordão. **Anais ...** Campos do Jordão: SBS/SBEF 1999a. p. 266-277.

CLEMENTS, F. E. **Plant succession: an analysis of the development of vegetation.** Carnegie Institution of Washington, 1916.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº 4, de 1994.** Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica em cumprimento ao disposto no artigo 6º do Decreto 750, de 10 de fevereiro de 1993, na Resolução CONAMA nº10, de 01 de outubro de 1993. Disponível em: <http://www.gov.br/port/Conama/res/res94/res0494.html>. Acesso em: 23 jun. 2015.

CONNEL, J.H.; SLATYER, R.O. **Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization.** The American Naturalist, Chicago, v.111, n.982, p.1119-1144, 1977.

CURTIS, W.R. **Moisture and density relations on graded strip-mine spoils.** In: RUSSELL, H J, GRANT, D. Ecology and reclamation of devastated land. New York: Gordon and Breach, 1973b. p. 135-144.

DE ARAÚJO, F. S et al. Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 983-992, 2005.

DE SOUZA, M. J; DOS SANTOS FILHO, N. G. **Barragens de rejeito**. Disponível em:<[http://www.atenas.edu.br/Faculdade/arquivos/NucleoIniciacaoCiencia/REVISTA\\_AJURI015/5%20BARRAGENS%20DE%20REJEITO.PDF](http://www.atenas.edu.br/Faculdade/arquivos/NucleoIniciacaoCiencia/REVISTA_AJURI015/5%20BARRAGENS%20DE%20REJEITO.PDF). Acesso em: 23 jun. 2015.

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, **Relatório de Gestão 2007**. Brasília, 2008 Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/relatorios/relatorio-anual-de-atividades/relatorio-anual-de-atividades-2013-exercicio-2007>>. Acesso em: 18 jun 2015.

ESPERANÇA, A. A. F et al. Caracterização fitossociológica da regeneração natural de uma área restaurada após a mineração de bauxita, em Itamarati de Minas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL, 2011, Guarapari, ES. **Resumo...** Guarapari SESC, Centro de Turismo de Guarapari 2011. p 2.

FONTES, M.P.F. Estudo pedagógico reduz impacto da mineração. **Revista Cetesb de Tecnologia Ambiental**, São Paulo. V.5, n.1, p. 58-61,1991.

GÓMEZ-POMPA, A.; WIECHERS, B. L. **Regeneracion de los ecosistemas tropicales y subtropicales**. In: GÓMEZPOMPA, A.; AMO, R. S. (Eds.). Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas en Vera Cruz, México. México: Companhia Editorial Continental, 1979. p. 11-30.

GOTELLI, N. J. **Ecologia**. Londrina, PR, 2209. 288 p Editora Planta.

GRIFFITH et. al. Recuperação de áreas mineradas no Brasil, usando vegetação nativa. **Revista Saneamento Ambiental**, v. 37 p. 28-37, 1996.

GRIME, J. P. **Estratégias de adaptacion de las plantas y procesos que controlam la vegetación**. Editora. Limusa. México, 1989. 291 p.

HEIDEN, G. et al. A família Asteraceae em São Mateus do Sul, Paraná. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 5, n. S2, p. pg. 249-251, 2007.

HOLM, L. G. et al. The world's worst weeds – distribution and **biology**. 2nd ed. **Krieger Publishing Company**, Malabar, USA, 1991. 609pp.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Divisão Territorial do Brasil Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/defaultdtbint.shtm>>. Acesso em: 16 jun. 2015.

JANZEN, D. H. Ecologia vegetal nos trópicos. In: **Temas de biologia**. EPU/EDUSP, São Paulo, SP, 1980. p. 79.

KÖPPEN, W. Das geographic system der climate: handbuch der klimatologie. **Berlim: Bortraeger**, p. 1-44, 1938.

KUPPER, A. Recuperação vegetal com espécies nativas. **Silvicultura, São Paulo**, v. 15, n. 58, p. 38-41, 1994.

Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015 Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acessado em: 20 maio 2015.

LONGO et al. Uso da adubação verde na recuperação de solos degradados por mineração na floresta amazônica. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 139-146, 2011.

LOPES, B. M. Inventário florestal de floresta em restauração após mineração de bauxita, São Sebastião da Vargem Alegre, Mg. 2014.

LORENZI, H. 1991. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. Editora Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum de estudos da Flora, 1991. 440 p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Editora Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008.640 p.

MARTINS, S.V. (Ed.) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2009, 261 p.

MARTINS, S.V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanentes, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2013, 264 p.

MARTINS, S.V. et al. Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica. In: MARTINS, S.V (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora UFV, p. 19-41, 2015.

MARTINS, S.V et al. Regeneração pós-fogo em um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 12, n.1, 2002.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Perfil da mineração de bauxita**. Relatório técnico 22, nº 2, agosto 2009, Brasília. 40 p.

MIRANDA NETO, A. et al. Florística e estrutura do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta restaurada com 40 anos, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 869-878, 2012.

MIRANDA NETO, A. et al. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 34, n. 6, p. 1035-1043, 2010.

MORAES, L.F.D; PEREIRA, T.S. 2003. Restauração ecológica em unidades de conservação. Pg. 297-305. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu. FEPAF, 2003.

MOREIRA, F. M. S. **Fixação biológica do nitrogênio em espécies arbóreas**. In: ARAUJO, RS; HUNGRIA, M. Microorganismos de importância agrícola. Brasília: EMBRAPA-CNPAP/EMBRAPA-CNPSo/EMBRAPA-SPI, 1994, p. 121-151(EMBRAPA-CNPF – Documento, 44).

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**. 2004.139 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro.

NIEBLE, Gilberto Guevara. **Las luchas estudiantiles en México**. Editorial Línea, Editorial Línea, Universidad de Guerrero/Universidad de Zacatecas, 1986, p.278 .

PILLAR, V.D. 1994. 1994. **Dinâmica temporal da vegetação**. UFRGS. Departamento de Botânica. Disponível em: < <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>>. Acesso em: 22 jun.2015

PINTO-COELHO, Ricardo Motta. Reciclagem e Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 1. Ed. **Belo Horizonte: Recóleo**, p. 37, 2009.

RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo**, Editora Instituto Internacional da Potassa, Piracicaba, SP, 1981. 142 p.

REIS, A. Restauração de Áreas Degradadas – Imitando a Natureza. Apostila. Florianópolis, 2006.

REVISTA MINÉRIOS & MINERALES. São Paulo: Ano XI n.32 de março de 1999.



SILVA, K.A. **Avaliação de uma área em restauração pós-mineração de bauxita, município de Descoberto, MG.** 2013. 90 p.. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SALOMÃO et al. Dinâmica da regeneração natural de árvores em áreas mineradas na Amazônia. 2007

SIQUEIRA, J. O. **Biologia do solo.** UFPA: FAEPE, 1993. 230 p.

THOMPSON, D. N.; HUTNIK, R. J. Environmental characteristics affecting plant growth on deep-mine coal refuse banks. **Res Briefs**, 1972.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal.** Berlin: Springer-Verlag, 1969. 154 p.

VENZKE, Tiago Schuch et al. Síndromes de dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da Mata Atlântica, Arroio do Padre, RS, Brasil. **Revista Árvore**, v. 38, n. 3, p. 3, Jun. 2014.

VIANA, Virgílio M. Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais. In: **Congresso Florestal Brasileiro.** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 113-118.

VOTORANTIM METAIS, Votorantim Metais Zona da Mata. **Arquivos do Sistema de Gestão da VM ZM.** Zona da Mata: VM ZM, 2015.