



AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA MINERAÇÃO DE BAUXITA NO SUL DE MINAS GERAIS

João Carlos Costa Guimarães¹, José Magno Chagas², Caroline Cambraia Furtado Campos³, Evelyn da Fonseca Alecrim¹, Felipe Santana Machado¹

¹Doutorando(a) em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras – MG, Brasil (joao.guimaraes77@gmail.com)

²Mestrando em Ecologia Aplicada, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras – MG, Brasil.

³Doutoranda em Ecologia Aplicada, Departamento de Biologia, Caixa Postal 3037, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, Brasil.

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

A bauxita constitui a matéria prima essencial para a cadeia de produtos da indústria do alumínio, sendo que sua exploração resulta em impactos ambientais, os quais quando não avaliados e identificados previamente podem gerar sérias condições de degradação ambiental. O presente trabalho teve como objetivo analisar os principais aspectos e impactos decorrentes das atividades envolvidas na mineração de bauxita, com foco nos depósitos de bauxita da região Sul do estado de Minas Gerais, de maneira a ressaltar as principais ações de mitigação. Pode-se notar que o impacto mais crítico em termos de mensuração ocorrem quando da mineração em ecossistemas naturais (florestas nativas ou campos de altitude), porém foram encontrados bons exemplos de minas em processo de Restauração Ecológica. A poluição visual deveria ser contemplada por ações educativas para a população local, ilustrando que este impacto é o menos crítico entre os gerados pela mineração de bauxita. Outros aspectos e impactos que merecem maior atenção por parte dos empreendedores são o abatimento de poeira, dimensionamento dos sistemas de drenagem e eliminação de paredes verticais em áreas fechadas.

PALAVRAS-CHAVE: poluição visual, impacto à biodiversidade, restauração ecológica, reabilitação, *topsoil*, sistema de drenagem.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL IMPACTS RESULTING FROM BAUXITE MINING IN SOUTHERN MINAS GERAIS STATE

ABSTRACT

Bauxite is the essential raw material for the product chain of the aluminum industry, and its operating results in environmental impacts, which if not previously assessed and identified conditions may create serious environmental degradation. This study aimed to analyze the main aspects and impacts of the activities involved in bauxite mining, focusing on bauxite deposits in southern Minas Gerais state, in order to highlight the main mitigation actions. It may be noted that the most critical impact in terms of measurement occur when mining in natural ecosystems (native forests or high altitude grasslands), however found good examples of mines in the process of Ecological Restoration. The visual pollution should be addressed by educational activities for the local population, illustrating that this impact is less critical among those generated by bauxite mining. Other aspects and impacts that deserve more attention from entrepreneurs are the suppression of dust, sizing of drainage systems and elimination of vertical walls in enclosed areas.

KEYWORDS: visual pollution, impacts to biodiversity, ecological restoration, rehabilitation, topsoil, drainage system.

INTRODUÇÃO

A bauxita constitui a matéria prima essencial para a cadeia de produtos da indústria do alumínio, sendo que no cenário nacional, o Estado de Minas Gerais é considerado o precursor na exploração deste recurso (ABAL, 2012). Mesmo nos dias atuais o Estado possui algumas regiões que se mantem em destaque na produção de bauxita.

Similarmente a outras atividades antrópicas a exploração da bauxita também resulta em diversos impactos ambientais. Contudo estes impactos geralmente são concentrados em áreas restritas, especialmente quando comparado com outras atividades antrópicas, tais como a agricultura e pecuária (BARROS et al., 2012).

Face aos problemas potenciais vinculados a atividade mineradora, a identificação prévia dos problemas associados à instalação e operação de um empreendimento através dos instrumentos de avaliação de impactos ambientais, permite a redução dos danos ao meio ambiente, assim como os custos envolvidos na mitigação dos impactos (BACCI et al., 2006; SÁNCHEZ, 2008). Além disso, a definição da metodologia empregada na recuperação ambiental deve levar em conta os riscos ambientais, uso futuro da área, harmonização com o ambiente do entorno, custo e a sustentabilidade do sistema (DIAS & ASSIS, 2011).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar os principais aspectos e impactos decorrentes das atividades envolvidas na mineração de bauxita, com foco nos depósitos de bauxita da região Sul do estado de Minas Gerais, de maneira a ressaltar as principais ações de mitigação.

METODOLOGIA

O estudo contemplou a análise da atividade de mineração de bauxita executada no Sul do estado de Minas Gerais, especificamente no planalto de Poços de Caldas, sendo que o primeiro registro de ocorrência de bauxita nesta região data de 1919 (WILLIAMS, 2001). Atualmente, pelo menos cinco empresas atuam neste ramo na região: Companhia Geral de Minas, Curimbaba, Poços de Caldas, Varginha, e Votorantim Metais.

As jazidas de bauxita avaliadas no presente trabalho caracterizam-se por apresentar minério aflorando à superfície do terreno e concentrado em bolsões que se estendem por pequenas áreas (BARROS et al., 2012), gerando minas com tamanho médio de 2 a 3 ha, diferindo das minas localizadas nos platôs amazônicos, as quais apresentam um capeamento superficial de material estéril (com cerca de 10 metros de espessura) e se estendem por centenas de hectares. Adicionalmente, as jazidas do planalto de Poços de Caldas ocorrem normalmente em topografia acidentada, enquanto que as do Norte do país são planas (localizadas no topo dos platôs).

Portanto, os aspectos e impactos ambientais identificados neste trabalho podem ser extrapolados para outras localidades que apresentem condições de relevo e vegetação similar às do planalto de Poços de Caldas, sendo que para as minas do Norte do Brasil as divergências são significativas em um número maior de aspectos e impactos.

O método de pesquisa empregado contemplou visitas de campo em minas que apresentavam diferentes usos de solo previamente a atividade de mineração, destacando-se: pastagem; floresta de produção (monocultivo de eucalipto); campos de altitude; e floresta estacional semidecidual. A identificação do uso do solo tem relação direta com os impactos decorrentes dos diferentes aspectos ambientais (GOMES, 2009), e respectivamente com a mitigação proposta.

A grande maioria das minerações concentra-se na zona rural, porém existem algumas jazidas localizadas próximas a áreas urbanas.

Adicionalmente foram analisados estudos e relatórios ambientais decorrentes de processos de licenciamento de empreendimentos de mineração de bauxita na região. Foi utilizada a ferramenta listagem de controle (*check-list*) (SÁNCHEZ, 2008), através da qual foi gerada uma listagem descritiva das atividades, e suas interfaces com os respectivos aspectos e impactos ambientais.

Cabe frisar que o presente trabalho não pretendeu esgotar o assunto, mas sim identificar e avaliar os principais aspectos e impactos ambientais envolvidos pela mineração de bauxita, disponibilizando para as empresas de menor porte uma gama de informações que possibilitarão melhor atuação por parte destas na identificação dos principais impactos ambientais, e na determinação das respectivas medidas mitigadoras. O presente estudo também consiste em uma ferramenta de consulta útil aos analistas dos órgãos ambientais, uma vez que destaca a importância de algumas medidas mitigadoras para a atenuação dos impactos mais críticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mineração de bauxita no Sul de Minas Gerais pode ser caracterizada por algumas atividades comuns à maioria das situações de lavra (Tabela 1), com destaque para: “abertura de acessos” para interligação da frente de lavra a estradas e rodovias já existentes; “decapeamento da frente de lavra”, atividade que tem relação direta com o processo de revegetação ao término da lavra, uma vez que o *topsoil* removido possui grande importância para o estabelecimento da vegetação, especialmente pelos elevados teores de matéria orgânica e nutricional, fauna edáfica e banco de sementes (IBAMA, 1990; KOCH, 2007; BELLOTTO et al., 2009; SANTOS, 2010); “abertura de bancadas” (GUIMARÃES, 2010), que se faz fundamental nas minas localizadas em relevo mais acidentado, onde as bancadas geram condição adequada e segura para as operações de carregamento através de caminhões e escavadeiras; “lavra”, que corresponde a etapa em que o minério é explotado da mina; “transporte do minério”, que corresponde aos trajetos percorridos por caminhões da mina até a unidade de beneficiamento, ou até algum pátio intermediário de estocagem; “recondicionamento da topografia”, primeira etapa que ocorre após a exaustão da mina, sendo responsável pela conformação do terreno para uma feição topográfica similar ao relevo natural (IBAMA, 1990; GARDNER & BELL, 2007; GUIMARÃES, 2010); “revegetação”, atividade que apresentará variações em função do objetivo final ser o uso econômico da área ou a restauração de ecossistemas nativos (GUIMARÃES, 2010).

Entre os aspectos ambientais identificados nota-se o predomínio de maior potencial de gerar impactos negativos àqueles relacionados a algumas atividades, tais como: supressão de vegetação; movimentação de terra; vazamento de águas pluviais com sólidos; emissão de ruídos, particulados e poeira; e vazamento de óleo (Tabela 1). Contudo alguns outros aspectos apresentam interface positiva em termos de impactos, especialmente os decorrentes das atividades de recondicionamento da topografia e revegetação (TABELA 1).

TABELA 1 Relação das principais atividades que compõem a mineração de bauxita no Sul de Minas Gerais, e respectivos aspectos e impactos ambientais.

Atividades		Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais
1	Abertura de acessos	Supressão da vegetação*	Poluição visual
			Redução da biodiversidade
		Movimentação de terra	Poluição visual
			Eliminação da camada fértil do solo
			Eliminação da biodiversidade
			Alteração da topografia
			Compactação do terreno
			Alteração da infiltração de água
			Aumento do escoamento superficial
			Processos erosivos
			Alteração da recarga do lençol freático
2	Decapeamento da frente de lavra	Supressão da vegetação*	Assoreamento de mananciais
			Poluição visual
		Remoção do topsoil (horizonte A + serapilheira + restos vegetais)	Redução da biodiversidade
			Poluição visual
			Remoção da camada fértil do solo
			Eliminação da biodiversidade
			Rebaixamento do terreno
			Redução da infiltração de água no solo
			Aumento do escoamento superficial
			Processos erosivos
			Redução da recarga do lençol freático
			Assoreamento de mananciais
		Vazamento de água pluvial com sólidos	Assoreamento de mananciais
			Contaminação de áreas adjacentes por sólidos
			Alteração da qualidade da água
3	Abertura de bancadas (posicionamento de escavadeira e caminhões durante o carregamento de minério)	Movimentação de terra	Processos erosivos
			Alteração da topografia
			Alteração da infiltração de água no solo
			Alteração do escoamento superficial
			Alteração da recarga do lençol freático
			Alteração da estabilidade do terreno
		Vazamento de água pluvial com sólidos	Assoreamento de mananciais
			Assoreamento de mananciais
			Contaminação de áreas adjacentes por sólidos
			Alteração da qualidade da água
4	Lavra (operações envolvidas no carregamento na frente de lavra)	Remoção de terra (minério de bauxita)	Rebaixamento topográfico
			Alteração da estabilidade do terreno
			Alteração da recarga do lençol freático
		Vazamento de água pluvial com sólidos	Consumo de recursos naturais finitos
			Assoreamento de mananciais
			Contaminação de áreas adjacentes por sólidos
5	Transporte de minério	Aspersão de água para abatimento de poeira	Alteração da qualidade da água
			Redução da suspensão de partículas e poeiras
			Redução do desconforto para motoristas e moradores
6	Recondicionamento da topografia (remoldagem do relevo o mais similar possível ao natural)	Movimentação de terra - estéril (Remoldagem topográfica)	Consumo de recursos naturais
			Conformação de relevo similar ao entorno
			Compactação do terreno
			Alteração da infiltração de água no solo
			Aumento do escoamento superficial
			Processos erosivos
		Movimentação de terra - topsoil (Espalhamento de topsoil)	Alteração da recarga do lençol freático
			Assoreamento de mananciais
			Aporte de banco de sementes
			Aporte de fauna edáfica
			Aporte de matéria orgânica
			Melhoria da condição química do substrato
		Descompactação do terreno (Escarificação, subsolagem ou ripagem)	Redução da compactação do terreno
			Aumento da infiltração de águas pluviais
			Aumento da recarga de lençol freático
			Redução do escoamento superficial
			Redução da restrição física ao desenvolvimento radicular de plantas
			Redução do assoreamento de mananciais
		Sistema de drenagem definitivo (canaletas e bacias)	Disciplinamento do escoamento superficial
			Aumento da infiltração de água
			Redução do escoamento superficial
			Aumento da recarga de lençol freático
			Redução do assoreamento de mananciais
			Redução da contaminação de áreas adjacentes por sólidos

Tabela 1 continua...

Continuação da Tabela 1.

Continuação da Tabela 1			
Atividades		Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais
7	Revegetação (Floresta nativa ou campo de altitude)	Introdução de biodiversidade natural	Aumento da diversidade florística e genética
			Fonte de alimento para fauna
			Fonte de abrigo para fauna
			Redução da poluição visual
		Aplicação de insumos** (fertilizantes, compostos orgânicos, e corretivos de solo)	Aumento da fertilidade do terreno
			Aumento da matéria orgânica
			Crescimento da vegetação
			Contaminação de cursos d'água
7	Revegetação (Floresta de produção, pastagem ou agricultura)	Restabelecimento de uso econômico	Redução da poluição visual
			Geração de renda
			Contaminação biológica de remanescentes naturais do entorno
		Aplicação de insumos (fertilizantes, compostos orgânicos, e corretivos de solo)	Aumento da fertilidade do terreno
			Aumento da matéria orgânica
			Crescimento da vegetação
			Contaminação de cursos d'água
Aspectos e impactos comuns às atividades 1 a 6	Emissão de ruídos	Desconforto sonoro	
		Afugentamento da fauna	
	Emissão de particulados e geração de poeira	Suspensão de particulados na atmosfera	
		Deposição de particulados sobre vegetação adjacente	
	Risco de vazamento de óleo	Contaminação do solo	
		Contaminação de mananciais	

*uso do solo anterior constituído por vegetação florestal;

**para restauração ecológica de campos de altitude, o uso de fertilizantes deve ser mínimo, uma vez que as espécies deste tipo de ambiente são adaptadas a condições edáficas de menor disponibilidade de nutrientes e baixo pH.

FONTE: elaborado pelos autores.

Entre os impactos gerados, talvez a poluição visual (FIGURA 1) seja o mais facilmente notado pela população (SILVA, 2007), uma vez que a remoção da cobertura vegetal condicionada pela lavra a céu aberto, e consequente exposição das camadas inferiores do subsolo geram um contraste perceptível a grandes distâncias (GUIMARÃES, 2008), sendo corriqueiro em vários trabalhos de revegetação o foco exclusivo na eliminação deste impacto (MECHI & SANCHEZ, 2010). Contudo, ao contrário do que se possa pensar, no caso da mineração de bauxita este pode ser considerado um dos impactos menos críticos, em função das áreas de mineração ser pouco extensas (com tamanho médio de 2 a 3 ha) e do rebaixamento topográfico dificilmente extrapolar os 20 metros. Adicionalmente, o substrato que compõe o terreno ao término da lavra é bastante favorável ao restabelecimento da vegetação, e quando a mineração é realizada com bom planejamento, é quase que certo o sucesso na cobertura vegetal do terreno, cessando a poluição visual.

A possibilidade de efetuar o fechamento de algumas minas de bauxita em curto espaço temporal também beneficia o restabelecimento da vegetação, uma vez que o menor intervalo de estocagem do *topsoil* propicia maior potencial de resiliência através da germinação do banco de sementes (BELLOTTO et al., 2009; SANTOS, 2010). Neste sentido, deve-se sempre que possível realizar o fechamento da frente de lavra em período inferior a dois anos após a abertura. No entanto, a heterogeneidade da qualidade do minério entre as jazidas é determinante para que algumas minas sejam mantidas em operação por um período maior, às vezes superior a cinco anos.



FIGURA 1 Poluição visual decorrente da supressão de floresta nativa para a mineração de bauxita. FONTE: João Carlos Costa Guimarães.

Em função destas características, é recomendável que a poluição visual gerada pela mineração de bauxita seja alvo de campanhas educativas com propósito de esclarecer à população local o caráter temporário deste impacto; a facilidade de reversão em face de outros impactos cuja mitigação é mais complexa; e mesmo em relação à exploração de outros bens minerais, como o ferro, que resultam em crateras bastante profundas, assim como substrato limitante ao estabelecimento da vegetação.

Especialmente nas situações em que a mineração ocorre em locais que previamente ocorrem ecossistemas naturais, podem-se considerar os impactos gerados à biodiversidade como sendo os mais complexos, uma vez que a rede de interações ecológicas entre os variados seres vivos de flora e fauna, assim como a resposta destes ao meio abiótico, apresenta características que limitam profundamente a compreensão do funcionamento e manutenção natural destas áreas, mesmo que de maneira parcial. Portanto, a mitigação dos impactos que afetam a biodiversidade de maneira negativa constitui um grande desafio. Neste sentido, recomenda-se a adoção de técnicas conhecidas como Restauração Ecológica (RE), que consiste no restabelecimento das principais características do ecossistema de referência (SER, 2004) que existia no local anteriormente à mineração.

A RE aplica de modo prático diversos conceitos de ecologia, com destaque para a dinâmica de clareiras e a sucessão ecológica, os quais são relacionados às alterações que a floresta sofre ao longo do tempo em termos de estrutura e composição florística (BRANCALION et al., 2009), e para as interações “planta x animal”, uma vez que o ecossistema deve ser restaurado de modo a permitir que a fauna nativa volte a ocupar o espaço anteriormente degradado (GUIMARÃES,

2008).

A Figura 2 demonstra uma área em processo de RE de floresta nativa, e para se atingir tal resultado, destacam-se o uso de algumas técnicas: espalhamento do *topsoil* no menor intervalo possível, preferencialmente no máximo um ano após o decapeamento (SANTOS, 2010); adoção exclusiva de espécies nativas do ecossistema de referência (SER, 2004); uso de elevada diversidade de espécie (SER, 2004); instalação de poleiros artificiais (MELO, 1997); resgate de plântulas de áreas a serem suprimidas (NAVES, 2005); uso de espécies nativas com síndrome de dispersão zoocórica (GUIMARÃES, 2008; GARCIA et al., 2009); plantio adensado de mudas (GUIMARÃES, 2008); espalhamento de serapilheira (GISLER, 1995); entre outras.

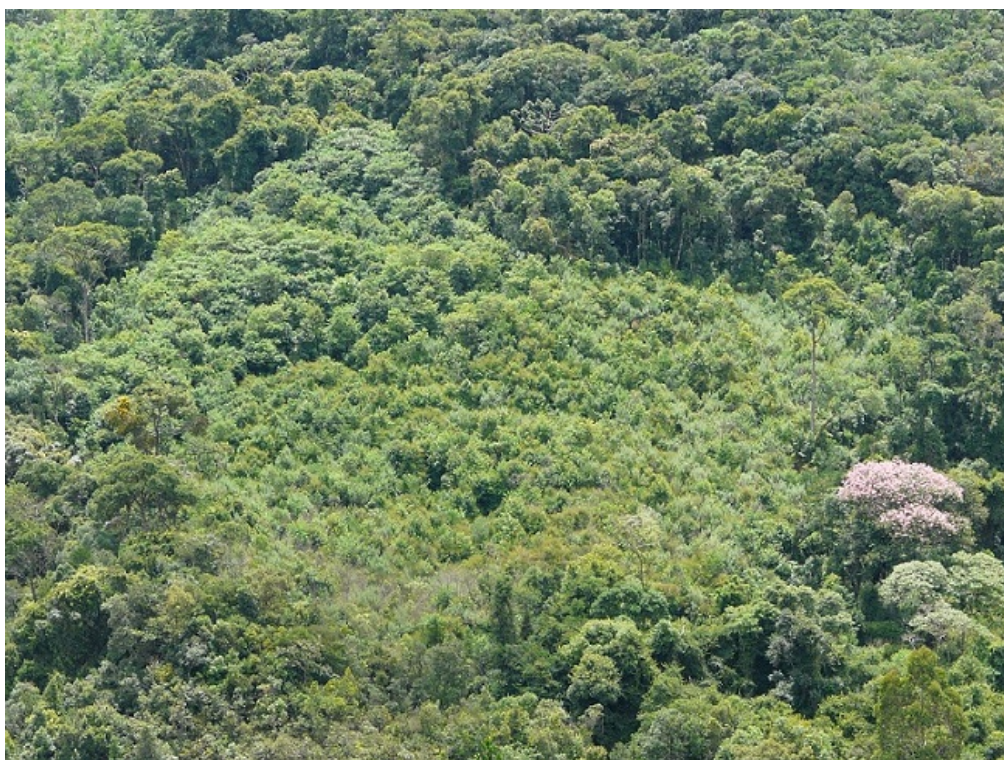


FIGURA 2 Área aos 40 meses de idade a partir da implantação do processo de RE de floresta nativa. FONTE: João Carlos Costa Guimarães.

Outro desafio em termos de RE de ecossistemas naturais consiste na abertura de minas em campos de altitude, sendo que esta fitofisionomia do Bioma Mata Atlântica é bastante negligenciada nos processos de licenciamento ambiental (BARROS et al., 2012). Apesar de a vegetação ser menos exuberante em termos estruturais quando comparada a uma floresta nativa, estes ecossistemas apresentam elevada diversidade florística (PEREIRA, 1986), e possuem uma série de espécies da fauna cuja manutenção das populações depende destes campos (DRUMMOND, 2009).

Neste contexto, para propiciar a RE de áreas mineradas neste tipo de ecossistema indica-se a adoção da espécie nativa *Aristida* sp. (FIGURA 3). A vantagem desta gramínea nativa que ocorre em abundância nestes campos (LORENZO, 1991), é que apresenta facilidade para coleta de sementes, assim como para o espalhamento nos locais em processo de fechamento. Contudo, cabe a

ressalva de que a cobertura do terreno ocorre de maneira bastante lenta quando comparada aos métodos tradicionais que faz uso de espécies gramíneas exóticas, podendo levar até 24 meses para o recobrimento de 90 a 100% do terreno, sendo, portanto, importante a instalação de um bom sistema de drenagem de águas pluviais de modo a evitar a ocorrência de processos erosivos.



FIGURA 3 Área minerada aos 39 meses de idade após a implantação do processo de RE de campo de altitude. FONTE: João Carlos Costa Guimarães.

Em situações em que a mineração se dá em áreas com uso antrópico consolidado podem ser adotadas as técnicas de reabilitação, que consiste no retorno de um local degradado a uma condição de equilíbrio ambiental (OLIVEIRA, 2011), incluindo a formação de pastagem ou floresta de produção. A cobertura do terreno ocorre rapidamente, uma vez que as espécies exóticas utilizadas apresentam rápido crescimento, mitigando em pouco tempo a ocorrência de processos erosivos.

Contudo, as empresas deveriam investir em pesquisas para averiguar o volume de biomassa produzida em áreas em processo de reabilitação comparativamente a outras que não foram mineradas e apresentam o mesmo uso. Isto possibilitaria a indicação de possíveis melhorias tecnológicas que permitissem atingir uma produtividade similar aos locais não minerados, e de certo modo eliminaria uma série de críticas advindas de donos de propriedades rurais onde ocorre mineração.

O aspecto de aspersão de água para abatimento de poeira resultante do tráfego de caminhões envolvidos no transporte de minério da mina até os pátios intermediários de estocagem de bauxita, ou até a unidade fabril, faz-se muito importante, e tem impacto positivo no conforto respiratório de moradores e motoristas (BARROS et al, 2012), assim como na segurança para o tráfego de veículos em função da maior visibilidade. Todavia, mesmo sendo uma medida compensatória constante em vários documentos ambientais, nota-se que o abatimento de poeira é realizado de maneira precária, devido à frota de caminhões-pipa subdimensionada. Além disso, algumas empresas captam água em mananciais sem terem autorização concedida através de outorga para uso de água, infringindo a legislação ambiental. É comum nas estradas por onde trafegam caminhões de minério verificar grande quantidade de poeira em suspensão, e acúmulo considerável sobre a vegetação marginal a estas vias.

Durante o fechamento da mina, um aspecto ambiental adotado por todas as empresas consiste na confecção de sistema de drenagem definitivo, o qual ocorre concomitantemente à remodelagem topográfica e ao espalhamento de *topsoil* (BARROS et al., 2012). Contudo, nenhuma das empresas realiza previamente o dimensionamento através dos conceitos indicados pela disciplina de conservação de

água e solo, a qual abrange diversas técnicas que permitem o dimensionamento seguro e adequado de sistema de drenagem de águas pluviais. Na região as dimensões das canaletas e bacias de sedimentação são definidas empiricamente pelos operadores de máquinas, o que aumenta o risco em eventos de chuva intensa de rompimento de bacias quando estas estão subdimensionadas, e consequente carreamento de sedimentos que afetam cursos d'água adjacentes, resultando em assoreamento dos mesmos. Em alguns casos, ocorre a construção de bacias demasiadamente grandes, gerando desperdício no uso de maquinário durante a confecção da drenagem.

O aspecto de descompactação do terreno é muito importante, gerando impacto positivo no disciplinamento do escoamento de águas superficiais, uma vez que aumenta a taxa de infiltração de água, e também na diminuição da restrição física do substrato ao crescimento do sistema radicular da vegetação, colaborando de maneira decisiva no estabelecimento da vegetação (IBAMA, 1990; TÓTOLA & BORGES, 2000; GARDNER & BELL, 2007; GUIMARÃES, 2010).

Um aspecto negativo que não foi inserido na matriz, porém que foi notado durante as visitas em algumas áreas mineradas refere-se às paredes verticais deixadas nos limites de algumas áreas mineradas com o entorno. Estas paredes conferem um impacto negativo ao fluxo de fauna silvestre, como pode ser verificado na Figura 4, a qual demonstra uma parede com cerca de 10 metros de altura nos limites entre uma área em processo de RE e um trecho remanescente de floresta semidecídua.



FIGURA 4 Parede vertical localizada na interface entre um remanescente de floresta semidecídua (acima da parede) e uma área minerada que se encontra atualmente em processo de RE (região abaixo da parede). FONTE: João Carlos Costa Guimarães.

Este tipo de impacto resulta da falta de planejamento por parte do corpo técnico responsável pela mineração. O correto seria que a exploração mineral nos limites da frente de lavra ocorresse de forma a garantir uma rampa com no máximo 45° de declividade, permitindo durante o recondicionamento topográfico a atenuação dos impedimentos ao fluxo de fauna. Além disso, estas paredões conferem riscos à integridade física de pessoas que por ventura adentrem estes locais, podendo tornar-se vítimas de acidentes por queda de nível diferente, podendo inclusive resultar em fatalidade.

CONCLUSÕES

A mineração de bauxita apresenta características, tais como tamanho, nível de rebaixamento topográfico, ciclo de vida, e substrato pós-lavra, muito favoráveis à implantação de processo de restauração ecológica, ou reabilitação, após o encerramento da operação, devendo a definição do uso final ser pautada essencialmente pelo uso prévio existente na área.

Em termos de restauração ecológica existem bons exemplos, tanto para ecossistemas de florestas semidecíduas, quanto de campos de altitude, o que é positivo em função dos impactos à biodiversidade quando da implantação de empreendimentos minerários em ecossistemas naturais serem os mais complexos em termos de mensuração e mitigação.

Contudo, foi possível notar nas áreas visitadas que geralmente as empresas não adotam práticas de RE, sendo comum a conversão de campos de altitude minerados a outros usos após a exaustão mineral, predominando a formação de floresta de produção ou de pastagem. Também são encontradas diversas áreas que anteriormente a mineração possuía floresta nativa, e que atualmente são cobertas por vegetação similar a pastagem “suja”.

Alguns outros impactos que demandam maior atenção por parte das empresas e dos órgãos ambientais são os referentes ao abatimento de poeira, dimensionamento dos sistemas de drenagem e eliminação de paredes verticais em áreas fechadas. Todos estes aspectos e impactos são simples de serem resolvidos, demandando apenas um maior nível tecnológico, garantindo a efetiva mitigação de impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ABAL (Associação Brasileira do Alumínio) História da indústria do alumínio no Brasil. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/industria/nobrasil.asp>> Acesso em: 12 nov. 2012.

BACCI, D. C., LANDIM, P. M. B., ESTON, S. M. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. **Revista Escola de Minas**, v. 59, n. 1, p. 47-54, 2006.

BARROS, D. A.; 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. **Revista Escola de Minas**, v. 65, n. 1, p. 127-133, 2012.

BELLOTTO, A.; VIANI, R. A. G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Conservação de outras formas de vida no processo de restauração**. In: RODRIGUES, R. R.;

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). Pacto para restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. 1. ed. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009, v. 1, p. 55-61.

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentada na sucessão florestal**. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). Pacto para restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. 1. ed. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009, v. 1, p. 14-23.

DIAS, L. E.; ASSIS, I. R. Restauração ecológica em áreas degradadas pela mineração. In: SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 4., São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2011. p. 79-87.

DRUMMOND, G. M. **Plano de manejo da reserva particular do patrimônio natural do Retiro Branco**. Fundação Biodiversitas, 2009. 177 p.

GARCIA, L. C.; BARROS, F. V.; LEMOS-FILHO, J. P. Fructification phenology as an important tool in the recovery of iron mining areas in Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 69, n. 3, p. 887-893, 2009.

GARDNER, J. H. & BELL, D. T. Bauxite mining restoration by Alcoa World Alumina Australia in Western Australia: social, political, historical, and environmental contexts. **Restoration Ecology**, vol. 15, n. 4, p. s3-s10, 2007.

GISLER, C.V.T. **Uso da serapilheira na recomposição da cobertura vegetal em áreas mineradas de bauxita, MG**. 1995. 146 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

GUIMARÃES, J. C. C. Reabilitação de minas de bauxita em florestas nativas: "método tradicional" versus "método ecológico". **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 244, p. 30-33, 2008.

GUIMARÃES, J. C. C. Sustentabilidade ambiental através da restauração ecológica de minas de bauxita em florestas tropicais nativas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ALUMÍNIO, 4., São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2010. p. 254-265.

GOMES, M. P. Matriz de interação qualitativa de aspectos e impactos ambientais no seguimento de rochas ornamentais: estudo de caso - São Rafael/RN. **Revista da FARN**, v. 8, n. 1-2, p. 135-159, 2009.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília, 1990. 96 p.

KOCH, J. M. Alcoa's mining and restoration process in South Western Australia. **Restoration Ecology**, v. 15, n. 4, p. s11-s16, 2007.

LORENZO, J. S. **Regeneração natural de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas, MG.** 1991. 151 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MECHI, A.; SANCHEZ, D. L. Impactos ambientais da mineração no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MELO, V. A. **Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no Estado de Minas Gerais.** 1997. 39 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NAVES, A. G. **Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP.** 2005. 218 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

OLIVEIRA, R. E. **O estado da arte da ecologia da restauração e sua relação com a restauração de ecossistemas florestais no bioma Mata Atlântica.** 2011. 182 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu.

PEREIRA, S. C. **Contribuição ao conhecimento das gramíneas do município de Poços de Caldas - MG.** 1986. 516p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SÁNCHEZ, L. H. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495 p.

SANTOS, L. M. **Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e uso de topsoil no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais.** 2010. 241 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SER (Society for Ecological Restoration International) **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica.** 2004. 15 p.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, p. 1-13, 2007.

TÓTOLA, M. R. & BORGES, A. C. Growth and nutritional status of Brazilian wood species *Cedrella fissilis* and *Anadenanthera peregrina* in bauxite spoil in response to arbuscular mycorrhizal inoculation and substrate amendment. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, n. 4, p. 257-265, 2000.

WILLIAMS, D. **Memorial da Companhia Geral de Minas: seus 65 anos (1935 - 2000) e apontamentos da mineração no planalto de Poços de Caldas.** Poços de Caldas: Alcoa, 2001. 151 p.