

Valoração de danos nos casos de mineração de ferro no Brasil

A. Tonietto ^{a*}, J.J.M.C. Silva ^b

^a Seção de Meio Ambiente, Instituto de Criminalística, Superintendência de Polícia Técnico-Científica, Goiânia (GO), Brasil.

^b Área de Licenciamento Ambiental, IBAMA, Brasília (DF), Brasil.

*Endereço de e-mail para correspondência: angelatonietto@gmail.com.Tel.: +55-62-32019574; fax: +55-62-32011289.

Recebido em 24/05/2011; Revisado em 24/08/2011; Aceito em 08/09/2011.

RESUMO

No Brasil, a mineração de ferro representa mais de 60% do valor total da produção mineral. Este setor da economia gera grandes impactos ambientais na região do Quadrilátero Ferrífero-MG, onde ocorre grande parte da extração de ferro. Trata-se de uma região de Bioma Mata Atlântica, o qual é considerado Patrimônio Nacional e sua vegetação tem lei específica de proteção e uso. O problema associado às mineradoras de ferro está na realização de atividades em desrespeito às licenças emitidas e/ou o não cumprimento do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas. Conforme a Lei de Crimes Ambientais, essa prática configura crime ambiental, com pena de detenção e multa. Para a edição da multa citada na referida lei, é necessário que se proceda à valoração dos danos ambientais causados. Vários são os métodos de valoração de danos disponíveis na literatura. Entretanto, muitos são de difícil aplicabilidade por implicarem em altos custos e longo tempo de execução. Para efeitos de perícia ambiental criminal, é necessário que o método aplicado seja de rápida execução, simples, barato e que obedeça ao princípio da proporcionalidade. Assim, este trabalho teve por objetivo propor um método de valoração de danos nos casos de não cumprimento das exigências da licença ambiental concedida às mineradoras de ferro com lavra em região de Mata Atlântica. O método proposto apresenta uma parcela objetiva, uma parcela subjetiva, e uma parcela de lucro cessante, e, por ser simples, visa à imediata aplicabilidade em perícias ambientais criminais.

Palavras-chave: mineração de ferro, Mata Atlântica, valoração de danos ambientais, perícia, multa.

ABSTRACT

In Brazil, iron mining represents more than 60% of mineral production total value. This economy section generates large environmental impacts in Quadrilátero Ferrífero region, Minas Gerais state, where much of iron extraction occurs. This is an Atlantic Forest Biome region, which is considered National Patrimony and its vegetation has a specific law regarding protection and use. The problem associated with iron mining is related to activities performed in disagreement to provided Licenses and/ or Degraded Areas Rehabilitation Plan nonfulfillment. According Brazilian Environmental Crimes Law, this practice sets environmental crime, penalized with detention and fine. For the fine edition cited in that law, it is necessary to proceed to an environmental damage valuation. Even though the availability of several environmental damage valuation methods described in the literature, many of them are complex, implying high costs and long execution time. For environmental crime purposes, it is necessary a faster, simpler and cheaper method that is also in accordance with the proportionality principle. This study aimed to propose a damage valuation method for those cases in which License requirements are not accomplished by iron mining companies in Atlantic forest exploitation region. The proposed method presents three parts: an objective, a subjective, and an outgoing profit, and, for being simple, intends to its immediate applicability in forensic environmental crime.

Keywords: iron mining, Atlantic Forest, environmental damage valuation, expertise, penalty.

1. INTRODUÇÃO

Valorar para valorizar os recursos ambientais brasileiros tem sido uma das missões do desenvolvimento em bases sustentáveis que o Brasil elegeu após o retorno à democracia em 1988. O conceito de desenvolvimento sustentável está legalmente contemplado desde 1981, com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938, de 1981). Segundo a referida lei, a Política Nacional do Meio Ambiente visa à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico. Em outras palavras, é a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações.

Dentre os recursos ambientais, no Brasil, os

recursos minerais têm um lugar de destaque. O ferro, por exemplo, é um importante produto de exportação na balança comercial brasileira [1]. Considerando que o desenvolvimento sustentável deve levar em conta os impactos na sociedade, na economia e no ambiente, qualquer exploração tem que ter todos esses efeitos valorados.

O ferro é um dos elementos mais abundantes da crosta terrestre e também o mais explorado entre todos os metais. Os principais minerais que contêm ferro são: hematita (Fe_2O_3), magnetita (Fe_3O_4), goethita (FeO/OH) e siderita (FeCO_3). As formações ferríferas compostas de hematita e sílica, denominadas itabiritos, constituem os maiores depósitos de ferro. Do total de minério de ferro produzido, 99% são utilizados na fabricação de aço e

ferro fundido [1].

As reservas medidas e indicadas no Brasil totalizam 28,9 bilhões de toneladas de minério, distribuídas nos estados de Minas Gerais, Pará, Mato Grosso do Sul, Alagoas, Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Pernambuco, Rio Grande do Norte e São Paulo. Entretanto, a maior parte está concentrada nos três primeiros estados mencionados, correspondendo a 67%, 16% e 15,5%, respectivamente. Por deter 7,2% das reservas mundiais, o Brasil ocupa o quinto lugar entre os países detentores de maiores quantidades de minério. Além da grande quantidade, os minérios brasileiros também são considerados de alta qualidade, devido aos altos teores de ferro [1].

No Brasil, a mineração é uma das atividades econômicas mais importantes [2]. Em 2000, o país era o segundo maior produtor mundial de minério de ferro [2]. Em 2008, a produção brasileira de minério de ferro totalizou 351,2 milhões de toneladas. Nesse ano, o valor da produção atingiu 27,7 bilhões de reais, representando 61,2% do valor total da produção mineral brasileira [1]. Mas, ainda que economicamente importante, ela causa impactos negativos nas esferas social (como as condições subumanas dos seus trabalhadores, a prostituição de menores, a questão da destruição das terras indígenas, a agressão à saúde humana) e ambiental (poluição dos recursos hídricos, assoreamento, destruição da fauna e da flora) [2].

A produção de minério de ferro no Brasil se desenvolve em minas a céu aberto [1]. A metade dessas minas de grande porte situa-se nos estados de Minas Gerais – na região denominada como Quadrilátero Ferrífero (Itabira, Mariana, Rio Piracicaba, Itabirito, Barão de Cocais) –, do Pará (na Serra de Carajás) e do Mato Grosso do Sul (nos municípios de Corumbá e Ladário) [3] - [5], sendo o Quadrilátero Ferrífero uma das principais regiões produtoras de minério de ferro do mundo [6]. Apesar de as minas de ferro e manganês da Serra de Carajás-PA serem consideradas modelo mundial de equilíbrio entre a atividade de mineração e a preservação ambiental [6], é o setor da mineração de ferro que tem o maior potencial de geração de impactos ambientais na região do Quadrilátero Ferrífero [7].

Considera-se impacto ambiental toda reação que provoque um desequilíbrio das relações constitutivas do ambiente. Uma ação pode causar danos diretos ao meio ambiente e destes, surgirem impactos que, em geral, resultam em novos danos. Neste último caso, danos indiretos. Assim o dano ambiental caracteriza-se por prejuízos diretos e indiretos ao meio ambiente [8].

As atividades mineradoras causam danos diretos ao meio ambiente que se refletem em impactos e danos indiretos. Antes de se proceder à valoração destes danos ambientais, é necessário graduar ou qualificar os impactos ambientais causados, ou seja, é preciso identificar as alterações que provocaram o desequilíbrio das relações constitutivas do meio ambiente – aquelas alterações

que ultrapassaram a resiliência e a resistência daquele ecossistema afetado. Os impactos podem ser diretos ou indiretos, curtos ou de longo prazo, reversíveis ou irreversíveis. Determinado ecossistema pode apresentar maior ou menor resistência ao impacto em questão. A resistência apresentada por determinado ecossistema é função da sua capacidade de resiliência [8].

Após a qualificação do impacto ambiental, passa-se à valoração do dano decorrente. A valoração de danos nos locais de extração mineral possui desafios. Cada mina é única na sua essência, pois está inserida em um ecossistema específico, com clima, geologia, geomorfologia, solo, cobertura vegetal e fauna específicos da localidade afetada [9]. Portanto, em se tratando de valoração de danos nos casos de mineração, cada área deve ser valorada de forma única, conforme suas características particulares.

A literatura oferece vários métodos de valoração de danos. O método mais adequado será função do tipo, magnitude e localização do dano em questão, ou seja, a adoção do método dependerá do objetivo da valoração [10]. Cada método de valoração possui suas vantagens e desvantagens cabendo ao avaliador entender todas elas antes de fazer a sua escolha.

Os métodos de valoração de danos baseiam-se na tentativa de fornecer um valor econômico relacionado aos recursos e serviços ambientais perdidos ou danificados. Esse valor pode ser desagregado em valor de uso – que pode ser direto, indireto e de opção – e valor de não uso, ou seja, o valor de existência, um conceito muito próximo ao conceito do valor de estimação. Eles podem ser métodos diretos de valoração ou métodos indiretos de valoração. Entre os frequentemente citados estão os métodos de Produtividade Marginal, de Custos Evitados, de Custos de Controle, de Custos de Reposição e de Custos de Oportunidade – correspondendo aos métodos indiretos de valoração – e os métodos de Avaliação Contingente, de Preços Hedônicos e de Custo de Viagem – métodos diretos de valoração [10]-[12].

Em geral, os métodos diretos de valoração (Avaliação Contingente, Preços Hedônicos e Custo de Viagem) são dispendiosos e demorados e nem sempre se justificam. Principalmente nos casos de perícia ambiental criminal ou para efeito de aplicação de multas, onde devem ser preferidos métodos que permitam o atendimento de prazos legais e administrativos e que estejam dentro do orçamento das instituições de perícia e fiscalização. Em geral, os danos podem ser avaliados utilizando métodos simplificados e de baixo custo [13]. Contudo, estes métodos devem obedecer aos critérios de simplicidade, reconhecimento legal, transparência e proporcionalidade [14].

No processo de licenciamento de uma jazida podem ocorrer irregularidades que vão desde a não execução de medidas mitigadoras apontadas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) até a execução de atividades em desrespeito às licenças emitidas (Licença

Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação). De acordo com o artigo 55 da Lei 9.605, de 1998, configura crime ambiental “executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida” e aqueles que deixam de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, concessão ou licença, também podem incorrer na mesma pena (detenção, de seis meses a um ano, e multa).

Como mostrado, as intervenções ambientais, hoje, devem ser parte integrante dos projetos de extração mineral. Entretanto, as empresas de mineração continuam com práticas de recuperação de curto prazo, mesmo após o advento da exigência do PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) nos processos de licenciamento ambiental [15]. Essas práticas de curto prazo consistem, geralmente, na transposição de solo, plantio de espécies pioneiras e um curto período de avaliação. O PRAD tende a apresentar técnicas que demandariam acompanhamento a longo prazo. Contudo, recuperação, no Brasil, não necessita de um retorno ao status quo ante, ou seja, não é, necessariamente, uma restauração do ambiente, podendo, inclusive, o uso de espécies exóticas, conforme entendimentos contidos no art. 2º da Lei 9.985, de 2000. O PRAD, por ser exigência do Licenciamento Ambiental, é incorporado ao procedimento na fase prévia (fase de Licença Prévia). Contudo, depende de monitoramento do empreendedor – cobrado pelo órgão ambiental competente – para que seja cumprido conforme as exigências. Portanto, a empresa que desrespeita estas diretrizes, ou seja, que não faz a intervenção ambiental como previsto, pode ser multada e responder civil e criminalmente por danos ao meio ambiente.

As áreas degradadas em desacordo com a licença obtida pela empresa devem ser periciadas com a consequente fixação do montante do prejuízo causado, conforme o artigo 19 da Lei 9.605, de 1998 (perícia de constatação do dano ambiental), para que seja possível calcular valores de fiança e multa. Assim, é fundamental que a valoração de danos ambientais causados pelo não cumprimento das exigências da licença ambiental concedida às mineradoras de ferro seja feita com base em metodologias funcionais, que resultem em fixação de multa coerente com o crime ambiental causado, a fim de cumprir sua função educativa. Contudo, a destinação desta multa será para o fundo penitenciário.

Considerando que a maioria das minas de extração de ferro situa-se em Minas Gerais, o objetivo deste artigo é propor um método de valoração de danos para os casos de não cumprimento das exigências da licença ambiental concedida às mineradoras de ferro com lavra em região de Mata Atlântica. Método este que possa ser aplicado em perícias ambientais criminais. O método aqui apresentado baseia-se no método Custo de Restauração, praticado atualmente pela perícia da Polícia

Civil do Distrito Federal [13], [16].

2. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, foram consultados artigos científicos publicados em revistas brasileiras, bem como dissertações de Mestrado e teses de Doutorado depositadas em bibliotecas digitais de universidades brasileiras e livros relacionados ao tema. Foram consultados cerca de 150 trabalhos para inicialmente entender a problemática relacionada ao tema e, então, viabilizar a proposição de uma metodologia de valoração de danos nos casos de mineração de ferro em regiões de Mata Atlântica.

Os valores monetários aqui apresentados foram baseados em sítios disponíveis na internet. O método de avaliação pelo Custo de Restauração leva em conta três parcelas: uma objetiva, uma subjetiva e uma relacionada ao lucro cessante (que considera o fator tempo). A parcela objetiva corresponde ao custo de restauração imediato, e é de fácil identificação. Nesta parcela estão a recomposição da topografia, a reposição da camada fértil do solo e o replantio da cobertura vegetal. Para o cálculo da parcela objetiva do dano, foi estabelecido como valor o preço de mercado de mudas de espécies nativas do Bioma Mata Atlântica, considerando espécies pioneiras e não pioneiras, e o preço de mercado relativo à aquisição de terra, regularização da morfologia do solo e outros serviços, baseados em tabela utilizada pelo Departamento de Estradas de Rodagem, bem como o preço de mercado de fertilizantes e corretivos químicos. Os preços das mudas de espécies nativas da Mata Atlântica foram consultados em sítios de viveiros do estado de Minas Gerais, e os preços relacionados à recomposição topográfica e da camada fértil do solo foram obtidos no portal do Governo da Paraíba (tabela de valores com vigência de abril a junho de 2010).

A parcela subjetiva é representada por fatores de correção específicos para determinada fitofisionomia e determinado tipo de vegetação de Mata Atlântica, conforme for o caso em questão. Esses fatores de correção foram estipulados com base na Lei 11.428, de 2006 (Lei da Mata Atlântica).

O índice de correção relacionado à variável tempo (correspondente ao lucro cessante) foi estabelecido com base na taxa atual de juros de flutuação do mercado, que varia de 6% a 12% anuais. O método não tem a função punitiva; apenas considera o custo de restauração da área. Para fins de punição, o Ministério Público pode propor a multiplicação do valor obtido por um fator qualquer, a critério dele.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Mineração de ferro

O estado de Minas Gerais possui um grande potencial minerário. Em função disso, os problemas ambientais decorrentes das atividades de extração mineral são relevantes, especialmente na região do Quadrilátero

Ferrífero, onde se concentra grande parte das atividades de mineração no estado [17]. O Quadrilátero Ferrífero é uma região montanhosa, localizada entre os Biomas Mata Atlântica e Cerrado – ambos considerados hotspots [18], [19] – e que apresenta potencial mineral para ferro, ouro, manganês, alumínio e topázio [20].

A mineração de ferro no Brasil, sozinha, representa mais de 50% do valor total da produção mineral brasileira, em Reais. Devido ao potencial da região do Quadrilátero Ferrífero para extração de minério, grande parte das terras e dos remanescentes de Mata Atlântica pertence a empresas mineradoras [21]. Considerando o alto grau de ameaça que existe em relação a esse Bioma, especificamente na região do Quadrilátero Ferrífero, é fundamental a aplicação de multas proporcionais ao dano ambiental causado, visando garantir uma proporcionalidade entre a multa aplicada e o dano ambiental.

A Constituição Federal de 1988 diz que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos minerais (art. 23, XI, CF/88) e complementa, de forma explícita, com a obrigação de recuperar o meio ambiente degradado (art. 225, § 2º, CF/88). Tratam-se dos princípios do poluidor-pagador e usuário-pagador. Na esfera cível, também existe a obrigação de reparar o dano ambiental causado, que pode ser cobrada do usuário do recurso mineral ou do poluidor, independentemente de culpa ou dolo.

Quanto às sanções em matéria ambiental, a Lei 9.605, de 1998, nos artigos 54, § 3º, e 55, prevê penas para aqueles que deixarem de cumprir exigências da autoridade competente nos casos de risco ou dano ambiental grave ou irreversível. Portanto, os projetos desenvolvimentistas da mineração de ferro também estão sujeitos ao cumprimento da legislação ambiental brasileira.

No caso de atividades de mineração, é necessário o prévio licenciamento pelo órgão ambiental competente (art. 10 da Lei 6.938, de 1981). O pedido de licenciamento ambiental deve apresentar todas as informações técnicas a respeito do empreendimento, bem como o Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) (art. 225, §§ 1º e 2º, inciso IV, da Constituição Federal e Resolução CONAMA nº 01, de 1986). Além do EIA/RIMA, deve ser apresentado um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), considerando o impacto da atividade de mineração. Este deve ser implementado ao final da exploração, visando o retorno a uma forma de uso do solo e estabilidade do meio ambiente (art. 2º, VII, da Lei 6.938/81, regulamentado pelo Decreto 97.632/89). Como a atividade mineradora é extremamente impactante, o meio ambiente é raramente preservado. Assim, a reparação ao status quo ante, ou seja, a restauração, é bastante difícil. Por este motivo, as exigências do licenciamento ambiental são, em sua

maioria, de natureza compensatória [22].

3.2. Mineração em região Mata Atlântica

O Bioma Mata Atlântica, considerado Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988 (art. 225, § 4º), é o único Bioma brasileiro que possui legislação específica e tem mais de três quartos de sua flora degradados. A lei 11.428, de 2006, dispõe sobre a conservação, proteção, regeneração e utilização da vegetação nativa desse Bioma. De acordo com seu artigo 2º, as formações florestais nativas e ecossistemas associados são Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista (ou Mata de Araucárias), Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, os manguezais, as vegetações de restingas, os campos de altitude, os brejos interioranos e os encraves florestais do Nordeste.

A referida lei, em seu artigo 6º, parágrafo único, deixa explícito que a utilização da Mata Atlântica deve observar, dentre outros princípios, o princípio do usuário-pagador. As mineradoras, portanto, devem possuir mecanismos de compensação social, econômica e ambiental em função da atividade que exercem. Neste caso, esses mecanismos devem constar no Estudo de Impacto Ambiental, no Relatório de Impacto Ambiental e no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas. Assim, de acordo com de Almeida [13], a valoração dos danos ambientais baseia-se no licenciamento ambiental, pois este é o instrumento que define restrições e condições para a proteção do meio ambiente. Ao deixarem de cumprir com o acordado, portanto, as mineradoras incorrem em crime ambiental, e os danos causados devem, conseqüentemente, ser valorados pela perícia criminal ambiental.

Ressalte-se que a avaliação dos danos limita-se às alterações causadas no meio ambiente que direta ou indiretamente causaram uma degradação ambiental, não considerando a avaliação do meio ambiente em si. Ou seja, não é o meio ambiente que é avaliado, mas o custo das ações necessárias para retornar o ambiente alterado à condição mais próxima à anterior [13].

3.3. Valoração de danos decorrentes da mineração de ferro

Vários são os métodos de valoração de danos. Entretanto, para efeito de perícia oficial, o método a ser adotado deve ser prático, de rápida execução, de fácil compreensão e baixo custo, considerando o volume de demanda e os reduzidos recursos dos órgãos responsáveis pelos laudos ambientais [14]. E, acima de tudo, o método adotado deve valer-se do princípio da proporcionalidade, o qual dita que quanto maior for a degradação, maior o valor final do custo total para restauração do dano apurado [23].

O método aqui proposto, assim como os métodos já descritos na literatura, apresenta uma parcela objetiva,

uma parcela subjetiva e uma parcela que é função do tempo. Esta última sempre decorre dos impactos da primeira, e, portanto, é de mais difícil mensuração. A parcela objetiva do método compreende o custo mínimo de reparação do dano, que compreende a devolução da terra retirada com vistas à recomposição topográfica e da camada fértil do solo, seguido pelo plantio de mudas em número e espécie compatível com o cenário anterior [13]. A parcela subjetiva, por ser de difícil mensuração, sujeita-se ao critério de subjetividade admitido pelo avaliador. Essa parcela subjetiva compreende, por exemplo, a complexidade do ecossistema degradado. Por fim, considera-se o tempo durante o qual a área ficou sob o efeito da degradação [13]. Um critério para considerar o efeito dos danos diretos e indiretos no tempo seria a correção dos valores apurados utilizando-se a taxa bancária de juros. Este valor ainda é passível de alteração em juízo, por acordo entre as partes. Por exemplo, ao invés de ser considerada a taxa de juros de um empréstimo, sugerida em laudo pericial, pode ser admitida a taxa de juros da poupança, se determinado pelo juiz.

A Tabela (1) apresenta algumas espécies nativas da Mata Atlântica com a respectiva densidade de ocorrência. Todas as mudas das espécies consideradas são vendidas a dois reais cada, podendo esse valor ser inferior se forem adquiridas mais de 5000 mudas na mesma compra. A densidade de cada uma dessas espécies se faz importante para efeitos de cálculo do dano ambiental. Quanto maior a ocorrência daquela espécie por metro quadrado, maior será a quantidade de mudas a serem compradas para a restauração da área degradada.

A variável regularização da morfologia do solo, ou recomposição topográfica, é incorporada no cálculo por ser fundamental para a estabilização da paisagem. Nos casos de recuperação da área degradada, a recomposição topográfica seria a primeira e mais importante etapa, pois é sobre ela que as etapas seguintes ocorrem, incluindo o desenvolvimento da comunidade vegetal. Após essa etapa, a reposição de macro e micronutrientes se daria logo em seguida, pois a extração de minério de ferro representa a retirada dos minerais do solo, que, portanto, devem ser reintroduzidos artificialmente [30]. Segundo Furtini Neto et al. [31], a demanda das plantas por nutrientes é mais intensa nos estágios iniciais de desenvolvimento.

Tanto a Tab.(1) quanto a Tab.(2) apresentam os valores relacionados ao Custo de Reparação Objetivo (CRO). O valor final do CRO, portanto, é dado por:

$$\text{CRO} = (\text{quantidade de mudas em função da densidade de sua ocorrência na natureza}) + \text{regularização da morfologia do solo} + (\text{fertilizantes} \times \text{quantidade}) + (\text{corretivos químicos para o solo} \times \text{quantidade}).$$

Os fatores relacionados ao Custo de Restauração Subjetivo (CRS) levam em consideração a fitofisionomia de Mata Atlântica afetada (Tab.(3)) e o tipo de vegetação de Mata Atlântica que sofreu o dano ambiental (Tab.(4)), de forma que, como aqui proposto, aquele que degradou uma área de maior importância ecológica, raridade ou grau de preservação, tenha causado um prejuízo maior do que aquele que desmatou uma área já degradada ou de menor impacto ecológico indireto.

Para a parcela subjetiva, a escolha dos respectivos fatores de correção (Tab.(4)) foi baseada no artigo 8º da lei

Tabela 1. Valores adotados na avaliação de danos ambientais em região de Mata Atlântica para espécies arbóreas nativas.

Nome científico	Nome popular	Família	Densidade / 2.500 m ²
Cariniana estrellensis	Jequitibá-branco	Lecythidaceae	10
Cedrela fissilis	Cedro rosa	Meliaceae	20
Copaifera langsdorffii	Copaíba	Caesalpiniaceae	10
Croton urucurana*	Sangra D'água	Euphorbiaceae	5
Genipa americana	Genipapo	Rubiaceae	22
Hymenaea courbaril	Jatobá	Caesalpiniaceae	20
Peltophorum dubium**	Canafistula	Caesalpiniaceae	20,75
Pterogyne nitens*	Amendoim bravo	Caesalpiniaceae	28
Enterolobium contortisiliquum**	Timboril/Timbaúva	Mimosaceae	19,5

As espécies com (*) representam as espécies pioneiras. As espécies com (**) são consideradas espécies secundárias iniciais (Fonte: Ianelli-Sérvin, [24]; Nogueira Júnior, [25]; Campos & Landgraaf [26]; Oliveira *et al.* [27], Veiga *et al.* [28], Longhi *et al.* [29]).

Tabela 2. Valores adotados para a parcela objetiva relacionada à regularização da morfologia do solo e sua correção química.

Descrição		Custo (R\$)
Regularização da morfologia do solo	Transporte de solo/areia em caminhão basculante (t.Km)	0,74
	Material adicional (solo) para terraplenagem (m ³)	4,44
	Recomposição de camada fértil do solo (m ³)	2,54
	Plantio de árvore/arbustos nativos (m ²)	8,53
Fertilizantes	Fertilizante de liberação controlada (NPK*) (22,5 Kg)	349,90
Corretivos químicos	Calcário dolomítico (t)	16,00

* (N) nitrogênio, (P) fósforo e (K) potássio (macronutrientes).

Fonte: http://www.der.pb.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=86;

<http://www.mfrural.com.br/http://comprar-vender.mfrural.com.br/detalhe.aspx?cdp=43286&nmoca=corretivos-calcario-dolomitico>;

Tabela 3. Fatores de correção para cada fitofisionomia de Mata Atlântica degradada.

Fitofisionomia	Fator de correção
Floresta Ombrófila Densa	1,5
Floresta Ombrófila Mista (ou Mata de Araucárias) e Floresta Ombrófila Aberta	2,0
Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual	2,5
Campos de Altitude	3,0
Brejos interioranos	3,5
Encraves	4,0
Manguezal e Restinga	4,5

Tabela 4. Fatores de correção para o tipo de vegetação de Mata Atlântica que sofreu o dano ambiental

Vegetação	Fator de Correção
Secundária no estágio inicial de recuperação	1,0
Secundária no estágio médio de recuperação	2,0
Secundária no estágio avançado de recuperação	3,0
Primária	4,0

11.428, de 2006, no qual consta que o corte e a supressão da vegetação do Bioma Mata Atlântica devem ser feitos de maneira diferenciada para vegetação primária ou secundária e ainda considerar o estágio de regeneração da vegetação secundária. Nesse caso, o CRS (custo de restauração subjetivo) é obtido a partir da multiplicação entre o fator de correção para a fitofisionomia e o fator de correção em função da vegetação nativa.

A variável tempo – correspondente ao tempo decorrido entre o dano ambiental e a data em que a área começa a ser restaurada e ao tempo necessário para que as mudas atinjam altura e densidade próximas à condição anterior ao dano – baseia-se no tempo mínimo para restabelecimento da altura florestal próxima à altura da mata antes da ocorrência do dano e com densidade de indivíduos semelhante. De acordo com Thoen [32], esse tempo corresponde a 10 anos. Essa variável é incorporada na forma de lucro cessante, ou seja, o tempo em que os serviços ambientais deixam de ser fornecidos – entre a data em que ocorreu o dano e a data em que

a área começa a ser restaurada – somado ao tempo necessário para o restabelecimento de uma condição mínima semelhante à condição original (neste caso, 10 anos).

$$VT = CRO \times CRS \times \text{tempo decorrido entre o dano e a restauração} \times 1.06n$$

(taxa atual de juros anual de flutuação do mercado elevado ao número de meses).

$$CRS = \text{fator de correção para a fitofisionomia} \times \text{fator de correção em função da vegetação nativa.}$$

$$VT = \text{valor total.}$$

Se a exploração ilegal do minério de ferro ocorrer nas hipóteses listadas no artigo 11 da lei 11.428, de 2006, o valor total do dano ambiental deve considerar mais um fator de correção, sugerido aqui que seja proporcional à quantidade de minério retirada ilegalmente (Custo de Restauração Objetivo 2, CRO2). Nesse contexto, o cálculo deve incluir os custos para a reposição de todo o

volume retirado de forma ilegal, como mostrado abaixo:

$CRO2 = [CRO + \text{reposição do minério de ferro retirado em excesso (m3)}] \times \text{custo de movimentação.}$

$VT = CRO2 \times CRS \times (1+6\%)$ (taxa atual de juros anual de flutuação do mercado).

Assim, empresas que não atendem à compensação ambiental, prevista no licenciamento, e/ou que não realizam o PRAD após o esgotamento da mina ferem diretamente o artigo 32, II, da Lei 11.428, de 2006, que prevê recuperação de área equivalente à área do empreendimento, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica como medida compensatória, obrigação esta que deve ocorrer juntamente com a obrigação do disposto no artigo 36 da Lei no 9.985, de 2000, “apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação”.

É importante deixar claro que o objetivo da valoração do dano ambiental atém-se, apenas, ao fornecimento de um valor de referência para a definição de multa e penas. A valoração do dano não propõe ações de recuperação da área degradada. Essa proposição é função do órgão ambiental competente. A valoração deve considerar os preços de mercado de mudas cujas famílias são representativas em número de espécies e em abundância de indivíduos no Bioma Mata Atlântica. Também pode ser considerado o preço das mudas de espécies que sejam tolerantes a altas concentrações de metais pesados no substrato. Assim, o valor usado pode se basear no preço das mudas de espécies facilitadoras, tolerantes a altas concentrações de metais pesados no substrato e com crescimento clonal, espécies normalmente priorizadas na definição de programas de recuperação de áreas degradadas por mineração de ferro [33].

4. CONCLUSÕES

As sugestões de cálculo aqui apresentadas certamente não representam uma compensação ideal para o dano total causado por uma mineradora que deixa de cumprir parte do acordado na Licença Ambiental ou não cumpre o constante no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas. A degradação de áreas nativas de Mata Atlântica, além do dano ambiental, também representa um dano social e econômico a partir do momento em que se considera o potencial biotecnológico de inúmeras espécies desconhecidas e ainda não pesquisadas e o valor econômico associado a esse potencial, como potencial biotecnológico relacionado à produção de novos fármacos, à redução de aditivos químicos na indústria alimentícia, à promoção do crescimento vegetal para realização de agricultura sustentável e tantos outros ainda desconhecidos. Entretanto, os cálculos apresentados são sugestões práticas e objetivas, de fácil aplicação na área pericial criminal, requisitos frequentemente

exigidos pelos profissionais da área em virtude da grande demanda de trabalho e do tempo escasso para emissão dos laudos (prazo de 10 dias, conforme Decreto-Lei nº 3.689, de 1941).

Apesar de todo modelo proposto ser uma simplificação da realidade, o valor total calculado a partir das fórmulas propostas representa uma quantia expressiva a ser paga pela empresa causadora do dano. No caso, a responsabilidade civil pelo dano ambiental é objetiva, conforme artigo 14, § 1º, da Lei 6.938, de 1981. Assim, além da multa criminal, é possível que seja editada, também, a multa de cunho administrativo. Em se tratando de grandes empresas, as despesas com controle ambiental na atividade de mineração, incluindo a revegetação de áreas degradadas, são inferiores a 1% do custo de investimentos de uma grande lavra [34]. Informação esta que chama à responsabilidade a perícia ambiental oficial no sentido de incorporar variáveis tantas quantas forem possíveis – sempre levando em consideração a praticidade, objetividade e simplicidade – a fim de edição de multa em valor que mostre ao minerador pelo menos parte do valor que o meio ambiente possui, e sua função seja, de fato, educativa.

Há alguns anos, os órgãos responsáveis pela regulamentação das minas de superfície têm priorizado metas de longo prazo, incluindo o uso futuro da terra [15]. Esse tipo de ação representa a integração, aos ecossistemas, de áreas com suas funções ecológicas recuperadas, permitindo o desenvolvimento econômico com menor passivo ambiental [33]. Para a incorporação do desenvolvimento sustentável nas grandes empresas de mineração, seria interessante emitir uma certificação para os minerais produzidos em consonância com as normas de controle ambiental.

REFERÊNCIAS

- [1] C.A.G. Jesus. Ferro/Aço. In: Economia mineral do Brasil-2009. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 2009. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=1461>> Acesso em: 09 jul. 2010.
- [2] M.L. Barreto. Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil, CETEM/MCT, Brasil (2001) 215p.
- [3] J.C.F. Pinheiro. A mineração brasileira de ferro e a reestruturação do setor siderúrgico. Tese de Doutorado, Instituto de Gociências, Universidade Estadual de Campinas (2000).
- [4] L.P. Lamoso. A exploração do minério de ferro no Brasil e no Mato Grosso do Sul. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo (2001).
- [5] D.J. Germani. A Mineração no Brasil: relatório Final. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Rio de Janeiro (2002) 79p.
- [6] E.R. Cabral; Institucionalização da questão ambiental e exploração mineral no Pará e Minas Gerais: valorização

- da natureza e inversão da imagem da mineração? *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 5: 27-45 (2006).
- [7] J.A. Paula, et al. Biodiversidade, população e economia: uma região de Mata Atlântica, UFMG/Cedeplar; ECMXC; PDCT/CIAMB, Brasil (1997) 671p.
- [8] J.R. Almeida; G.A. Lins. Impactos Ambientais. In: Tocchetto, D. (org.). *Perícia ambiental criminal*. Editora Millennium, Brasil (2010) 183-209.
- [9] H.M. Lima; J.C.C. Flores; F.L. Costa. Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo. *Rev. Esc. Minas* 59: 397-402 (2006).
- [10] R.S. Motta. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. IPEA/MMA/PNUD/CNPq, Brasil (1997) 254p.
- [11] J.A. Mota. O valor da natureza: economia e política dos recursos naturais. Garamond, Brasil (2001) 198 p.
- [12] A.G. Maia. Valoração de recursos ambientais. Dissertação de Mestrado, Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas (2002).
- [13] R. de Almeida. Avaliação de danos causados ao meio ambiente. In: Tocchetto, D. (org.). *Perícia ambiental criminal*. Editora Millennium, Brasil (2010) 211-230.
- [14] A. Ando; M. Khanna. Natural resource damage assessment methods: lessons in simplicity from state trustees. *Contemp Econ Policy* 22: 504-519 (2004).
- [15] T.J. Toy; J.J. Griffith; C.A.A. Ribeiro. Planejamento a longo prazo da revegetação para o fechamento de minas a céu aberto no Brasil. *Rev. Árvore* 25: 487-499 (2001).
- [16] R.S. Corrêa; R. de Almeida. Valoração de danos em perícias ambientais. *Corpo de Delito* 1: 68-74 (2010).
- [17] J.C. Pereira; A.K. Guimarães-Silva; H.A. Nalini Júnior; E. Pacheco-Silva; J.C. Lena. Distribuição, fracionamento e mobilidade de elementos traço em sedimentos superficiais. *Quim. Nova* 30: 1249-1255 (2007).
- [18] C.M. Jacobi; F.F. Carmo; R.C. Vincent; J.R. Stehmann. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. *Biodivers Conserv* 16: 2185-2200 (2007).
- [19] N. Myers; R.A. Mittermeier; C.G. Mittermeier; G.A.B. Fonseca; J. Kent. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858 (2000).
- [20] A. Uhlein; H.A. Oliveira. História geológica do Quadrilátero Ferrífero. *Ciência Hoje* 27: 68-71 (2000).
- [21] J.B. Figueiredo; A. Salino. Pteridófitas de quatro reservas particulares do patrimônio natural ao sul da região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana* 6: 83-94 (2005).
- [22] M.A. Doria. Mineração e o impacto ambiental. Disponível em: <http://www.revistaautor.com/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=532:mineracao-e-o-impacto-ambiental&catid=15:direito&Itemid=44> Acesso em 06 jun. 2010.
- [23] R. de Almeida. Perícia em local de extração mineral. In: Corrêa, R. S. & Baptista, G. M. M. (orgs.). *Mineração e áreas degradadas no Cerrado*. Universa, Brasil, (2004) 105-122.
- [24] C.M. Ianelli-Sérvin. Caracterização ecofisiológica de espécies nativas da Mata Atlântica sob dois níveis de estresse induzidos pelo manejo florestal em área de restauração florestal no estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (2007).
- [25] L.R. Nogueira Júnior. Caracterização de solos degradados pela atividade agrícola e alterações biológicas após reflorestamentos com diferentes associações de espécies da Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (2000).
- [26] J.C. Campos; P.R.C. Landgraf. análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. *Ciência Florestal* 11: 143-151 (2001).
- [27] E.B. Oliveira; L.P. Sousa; M.I. Radomski. Regeneração natural em sub-bosque de *Corymbia citriodora* no noroeste do estado do Paraná. *Floresta* 41: 377-386 (2011).
- [28] M.P. Veiga, et al. Avaliação dos aspectos florísticos de uma mata ciliar no Norte do Estado do Paraná. *Acta Sci. Agron* 21: 519-525 (2003).
- [29] S.L. Longhi, et al. Aspectos fitossociológicos de fragmento de floresta estacional decidual, Santa Maria, RS. *Ciência Florestal* 10: 59-74 (2000).
- [30] R.S. Corrêa. Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado: manual para revegetação. Universa, Brasil (2006) 186p.
- [31] A.E. Furtini Neto; J.O. Siqueira; N. Curi; F.M.S. Moreira. Fertilization in native species reforestation. In: Gonçalves, J.L.M. & Benedetti, V. (Orgs.). *Forest nutrition and fertilization*. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Brasil (2004) 347-378.
- [32] I. U. Thoen, Mapeamento de fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica no município de Nova Petrópolis, RS. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2009).
- [33] C.M. Jacobi; F.F. Carmo; R.C. Vincent. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no quadrilátero ferrífero, MG. *Rev. Árvore*, 32: 345-353 (2008).
- [34] A.C. Dias. Reabilitação de áreas mineradas de bauxita. *Anais do I Congresso Brasileiro De Mineração*, Brasília. 4: 2-10 (1985).