



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE
MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**ANÁLISE DO MÉTODO DE VALORAÇÃO AMBIENTAL UTILIZADO
PELA POLÍCIA FEDERAL DE MINAS GERAIS NOS CASOS DE
CRIMES MINERÁRIOS**

FERNANDA CRISPIM DOS SANTOS

BELO HORIZONTE – MG

2015

FERNANDA CRISPIM DOS SANTOS

**ANÁLISE DO MÉTODO DE VALORAÇÃO AMBIENTAL UTILIZADO
PELA POLÍCIA FEDERAL DE MINAS GERAIS NOS CASOS DE
CRIMES MINERÁRIOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof.^a Ms. Kercia Maria Pontes Maia

Co-orientador: Prof. Ms. Daniel Brianezi

BELO HORIZONTE – MG

2015

FERNANDA CRISPIM DOS SANTOS

**ANÁLISE DO MÉTODO DE VALORAÇÃO AMBIENTAL UTILIZADO PELA
POLÍCIA FEDERAL DE MINAS GERAIS NOS CASOS DE CRIMES MINERÁRIOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro Ambiental e
Sanitarista.

Data de aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof.^a Ms. Kércia Maria Pontes Maia – CEFET-MG – Orientadora

Prof. Ms. Daniel Brianezi – CEFET-MG – Co-orientador

Prof.^a Ms. Kênia Cristina Pontes Maia – UFRRJ

Prof.^a Dr. Valéria Cristina Palmeira Zago – CEFET-MG

À minha família e amigos, pelo apoio incondicional durante toda esta jornada. Aos professores, atuais e passados, pelos ensinamentos ofertados e por me guiarem até este momento. Por fim, aos meus orientadores, pela paciência, dedicação, incentivo e principalmente pela confiança depositada.

AGRADECIMENTO

Agradeço, acima de tudo, à minha família por me proporcionarem tantas oportunidades de crescimento, e por me apoiarem incondicionalmente nesta trajetória.

A cada amigo e companheiro de trabalho, conquistado ao longo de minha vida, por estar presente e por fazer parte da minha formação.

Aos meus orientadores, professores Kercia e Daniel, por me guiarem com seriedade, responsabilidade e dedicação na elaboração deste trabalho.

A Deus, e a todos que direta ou indiretamente me acompanharam até aqui, o meu muitíssimo obrigada.

A natureza pode suprir todas as necessidades
do homem, menos a sua ganância.

Mahatma Gandhi

RESUMO

SANTOS, Fernanda Crispim dos. *Análise do Método de Valoração Ambiental utilizado pela Polícia Federal de Minas Gerais dos Casos de Crimes Minerários*. 2015. 83f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

Determinar o valor econômico de um recurso ambiental significa atribuir preço aos bens e serviços advindos do mesmo. Em uma sociedade onde os interesses de governos, empresas e cidadãos são pautados no dinheiro, torna-se interessante utilizar técnicas de Valoração Ambiental tanto para evidenciar a importância do meio ambiente em comparação aos demais bens de consumo de mercado, quanto para punir aqueles que ameaçam a integridade dos recursos ambientais. O minério é um dos recursos mais visados e explorados no Brasil devido sua grande aplicabilidade nos setores comerciais e a crescente expansão no mercado, e, por isto, vem sendo alvo de ações criminosas. As extrações minerárias sem as devidas licenças ambientais estabelecidas pela Legislação vigente ocorrem em todo o país, mas principalmente em Minas Gerais, sendo uma ameaça crescente aos cofres públicos e ao meio ambiente. A Polícia Federal de Minas Gerais atua na inibição deste tipo de crime, e uma das formas utilizadas para determinar a indenização a ser paga pelo uso indevido dos bens da União é a Valoração Ambiental. O presente trabalho realiza uma análise do método de valoração aplicado pelo Grupo de Perícias em Meio Ambiente da Polícia Federal de Minas Gerais na elaboração dos laudos sobre crimes minerários em todo o estado, ressaltando a importância tanto do trabalho dos peritos, quanto da correta escolha e aplicação dos métodos de valoração a este tipo de atividade. A partir de uma pesquisa bibliográfica sobre os temas que norteiam esta discussão e de uma análise quantitativa dos dados secundários contidos na totalidade dos laudos produzidos no ano de 2012, obteve-se não só um panorama das extrações minerárias irregulares no estado, como também uma análise crítica das vantagens e limitações do método do Valor de Uso Direto, adotado pela Polícia Federal. Como este é um método baseado no preço das substâncias extraídas ilegalmente e, conseqüentemente, variável de acordo com o mercado financeiro, faz-se necessária a complementação do mesmo com uma metodologia que envolva a classificação e precificação dos danos ambientais gerados. Sabe-se que não somente este, mas todos os métodos de valoração ambiental têm limitações. Por isso, é necessário escolher aquele que se adapte aos objetivos e informações disponíveis à sua aplicação. O método do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo é então sugerido como complementação ao já utilizado pela Polícia Federal de Minas Gerais, por ser de fácil aplicação e utilizar informações já captadas pelos peritos em suas análises dos locais dos crimes. A pesquisa descritiva dos laudos e a aplicação de um método de valoração complementar ao aplicado são as bases para a análise do trabalho realizado pela Polícia Federal de Minas Gerais, o qual tem extrema importância no combate aos prejuízos causados pela extração ilegal de minério, tanto em aspectos econômicos quanto ambientais.

Palavras-Chave: Mineração, Perícia, Valoração.

ABSTRACT

SANTOS, Fernanda Crispim dos. *Analysis of Environmental Valuation Method used by the Federal Police of Minas Gerais to the Mineral Crimes Cases*. 2015. 83p. Monograph (Graduate in Environmental and Sanitary Engineering) – Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

To determine the economic value of an environmental resource means assigning price of the assets and services coming from it. In a society where the interests of governments, businesses and citizens are guided in money, it becomes interesting to use the Environmental Valuation techniques both to highlight the importance of the environment in comparison with other market consumer assets, as well as for punish those who threaten the integrity of the environment. The mineral is one of the most targeted and exploited resources in Brazil, because of the wide applicability in commercial sectors and the growing expansion in the market, and for these reasons it has been the target of criminal actions. The mining extractions without proper environmental licenses established by the applicable legislation occur throughout the country, but mainly in Minas Gerais being a growing threat to the public coffers and the environment. The Federal Police of Minas Gerais acts to inhibit this type of crime, and one of the ways used to determine the compensation to be paid by the misuse of Union possessions is the Environmental Valuation. This work makes an analysis of the valuation method applied by the Forensics Group on Environment of Minas Gerais Federal Police in the elaboration of reports on mining crimes across the state, emphasizing the importance of both the work of experts, as the correct selection and application of the valuation method to this type of activity. As from a bibliographic research about the themes that guide this discussion, and a quantitative analysis of secondary data contained in all the reports produced in 2012, it was possible not only get an overview of irregular mining extractions in the state, as well as the extrapolation limits inherent to the method of the Direct Use Value, adopted by the Federal Police. Because this is a method based on the price of substances extracted illegally, and therefore variable according to the financial market, the completion of that it is necessary based on a methodology involving the classification and pricing of environmental damage caused. It is known that not only this, but all methods of environmental valuation have limitations. So it is necessary to choose the one that suits the objectives and information available to its application. Then it was suggested the method of State Department of Natural Resources Protection of the Environment Secretariat of the State of São Paulo as a complement to the already used by the Federal Police of Minas Gerais because it is easy to apply and use information already captured by experts in their analyzes from crime scenes. A descriptive study of the reports, and application of a method for supplementary valuation were the bases for the analysis of the work done by the Federal Police of Minas Gerais, which is extremely important in the fight against the damages caused by the illegal extraction of ore, both in economics and environmental.

Keywords: Expertise, Mining, Valuation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Roteiro metodológico para análise do método de valoração utilizado pela Polícia Federal em casos de extrações ilegais em Minas Gerais.....	51
Figura 2 - Distribuição dos casos periciados pela Polícia Federal em 2012 nos municípios de Minas Gerais de acordo com as substâncias minerais extraídas.....	52
Figura 3 - Gráfico para representação do percentual de ocorrência de extrações ilegais periciadas pelo GPEMA em Áreas Protegidas, divididas de acordo com os tipos de Áreas de Preservação Ambiental e Unidades de Conservação.....	53
Figura 4 - Gráfico para representação do percentual de ocorrência das extensões (medidas em hectares) de áreas impactadas pelas extrações minerais ilegais periciadas pelo GPEMA.....	54
Figura 5 - Gráfico para representação do percentual de ocorrência entre os laudos periciados pelo GPEMA de cada tipo de uso atribuídos às substâncias minerais após a extração ilegal.....	55
Quadro 1 - Principais impactos ambientais da mineração no Brasil.....	21
Quadro 2 - Taxonomia do valor econômico do recurso ambiental.....	36
Quadro 3 - Tipos de valores captados pelos métodos de valoração ambiental.....	37
Quadro 4 - Associação entre os danos identificados nos laudos produzidos pelo GPEMA e os agravos listados no método DEPRN.....	58
Quadro 5 - Danos identificados pelos peritos do GPEMA no caso de extração ilegal de argila em Tarumirim, Minas Gerais, associados aos danos e agravos listados no método DEPRN e seus respectivos índices.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição e qualificação dos agravos associados à tipologia do dano e aspectos ambientais estabelecidos no modelo DEPRN.....	71
Tabela 2 – Índices de qualificação dos agravos.....	80
Tabela 3 – Cálculo do volume total extraído, do montante valorado pelo método VUD e do preço de mercado em reais por metro cúbico de cada substância mineral presente nos laudos produzidos pelo GPEMA.....	56
Tabela 4 – Valor atribuído à cada tipo de granito de acordo com a Portaria Nº 3.478 da Secretaria da Fazenda de Minas Gerais.....	58
Tabela 5 – Aplicação do método DEPRN aos laudos do GPEMA de 2012.....	81
Tabela 6 – Definição do Fator de Multiplicação em função do tipo de agravo identificado para cada aspecto ambiental do método DEPRN.....	59
Tabela 7 – Cálculo do fator de multiplicação obtido através dos danos identificados no caso de extração ilegal de argila em Tarumirim, Minas Gerais.....	58
Tabela 8 – Comparação entre o somatório dos valores obtidos nos laudos produzidos pelo GPEMA pelo método do VUD e os valores obtidos após a aplicação do método DEPRN por substância mineral extraída.....	61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Objetivos.....	13
1.1.1 <u>Objetivo Geral</u>	13
1.1.2 <u>Objetivos Específicos</u>	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 O Início da Mineração no Brasil.....	15
2.2 Panorama Atual da Mineração.....	17
2.3 A Relação entre Mineração e Meio Ambiente.....	20
2.4 Legislação Aplicável.....	22
2.4.1 <u>Decreto-Lei Nº 1.985, de 29 de Março de 1940..</u>	23
2.4.2 <u>Decreto-Lei Nº 227, de 28 de Fevereiro de 1967.....</u>	24
2.4.3 <u>Lei Nº 6.567, de 24 de Setembro de 1978.....</u>	25
2.4.4 <u>Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981.....</u>	25
2.4.5 <u>Lei Nº 7.347, de 24 de Julho de 1985.....</u>	26
2.4.6 <u>Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.....</u>	27
2.4.7 <u>Lei Nº 7.805, de 18 de Julho de 1989.....</u>	28
2.4.8 <u>Lei Nº 7.990, de 28 de Dezembro de 1989.....</u>	28
2.4.9 <u>Lei Nº 8.001, de 13 de Março de 1990.....</u>	29
2.4.10 <u>Lei Nº 8.876, de 2 de Maio de 1994.....</u>	29
2.4.11 <u>Lei Nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998.....</u>	30
2.4.12 <u>Portaria DNPM Nº 144, de 03 de Maio de 2007.....</u>	31
2.4.13 <u>Lei Complementar Nº 140, de 09 de Dezembro de 2011.....</u>	32
2.5 Criminalística.....	33
2.6 Valoração Ambiental.....	35
2.6.1 <u>Métodos de Valoração Ambiental.....</u>	37
2.6.1.1 <i>Métodos de Função de Produção.....</i>	39
2.6.1.1.1 Produtividade Marginal.....	39
2.6.1.1.2 Método dos Bens Substitutos.....	40
2.6.1.1.2.1 Custos Evitados.....	41
2.6.1.1.2.2 Custos de Controle.....	42
2.6.1.1.2.3 Custos de Reposição.....	42

2.6.1.1.2.4 Custos de Oportunidade.....	43
2.6.1.2 <i>Métodos de Função de Demanda</i>	43
2.6.1.2.1 Método de Bens Complementares.....	44
2.6.1.2.1.1 Preços Hedônicos.....	44
2.6.1.2.1.2 Custo de Viagem (MCV).....	45
2.6.1.2.2 Valoração Contingente (MVC).....	46
2.6.2 <u>Valoração de Dano Ambiental pelo Método DEPRN</u>	47
3. METODOLOGIA	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	65
ANEXOS	70

1. INTRODUÇÃO

Do ponto de vista exclusivamente ambiental, o termo mineração remete imediatamente à impactos e degradação. Porém, são inegáveis os benefícios econômicos e estruturais que o minério tem na sociedade atual, principalmente quando a área analisada é Minas Gerais, o principal estado minerador do Brasil.

Nas últimas décadas, o interesse pelas questões ambientais tem aumentado cada vez mais, fomentado pela crescente preocupação com o estado de degradação que afeta principalmente os países em desenvolvimento. Diante deste cenário, é necessário que empresas, governo e população alcancem a sustentabilidade em suas atividades, principalmente aquelas que têm grande potencial poluidor, como a mineração.

Para alcançar este objetivo, o Brasil utiliza a Legislação como principal ferramenta na prevenção do mau uso dos recursos naturais. A Política Nacional do Meio Ambiente (que define legalmente conceitos como meio ambiente, poluição e degradação) e as demais leis do Direito Ambiental unem-se ao Direito Minerário no intuito de atrelar a prática da mineração a uma série de condições que visam à proteção do local onde a atividade será exercida. Tais condições incluem a obrigatoriedade de recuperação do meio ambiente degradado, prevista na Constituição Federal de 1988, a necessidade do Licenciamento Ambiental, único modo de se obter a concessão legal para lavrar os minérios presentes em solo brasileiro, entre outras.

A Perícia Ambiental surge neste contexto como um elo entre a existência das Leis e o cumprimento efetivo destas condições, tendo como objetivo principal a constatação do dano ocasionado por ações ilegais e a fixação do montante do prejuízo causado ao meio ambiente e à coletividade. No caso de infrações em detrimento de bens, serviços e interesses da União, o Artigo 144 da Constituição Federal determina que o órgão ambiental responsável pela apuração das mesmas é a Polícia Federal, representada pelos Peritos Criminais.

Em Minas Gerais, a demanda por laudos periciais sobre crimes minerários é a maior entre os estados da Federação. Tais laudos são produzidos pelos peritos do Grupo de Perícias em Meio Ambiente da Polícia Federal de Minas Gerais (GPEMA), e devem conter a descrição do ocorrido, a maneira como se deu a perícia do crime e as conclusões dos responsáveis pela mesma. Além disso, desde 2009 os peritos adotam métodos de Valoração Ambiental como forma de quantificar não só os danos ao meio ambiente, mas também os desvios de recursos públicos decorrentes da extração ilegal de minério no estado.

A questão que suscita a importância deste trabalho é a limitação do método adotado pela Polícia Federal de Minas Gerais em seus laudos. A forma de valoração adotada é o Valor

de Uso Direto (VUD), aplicável a bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje. Como os métodos diretos baseiam-se apenas nas relações físicas que descrevem causa e efeito, estando diretamente relacionados aos preços de mercado ou produtividade, aspectos qualitativos dos danos ambientais não possuem um peso maior no cálculo do valor a ser pago pelo crime cometido. Não é adotada uma técnica que se baseie nos prejuízos ambientais como degradação do solo e assoreamento dos rios, os quais não possuem um preço em reais definido no cenário econômico brasileiro.

A fim de analisar esta questão, foi realizado um estudo do histórico da mineração no Brasil, para demonstrar como esta atividade trouxe desenvolvimento e riqueza, mas também prejuízos ambientais que se fazem presentes até hoje. Posteriormente, o tema Legislação é abordado, ponderando algumas das leis que regulamentam a atividade mineradora, desde seu licenciamento até a prática. A Criminalística surge então como o conjunto de conhecimentos científicos e técnicos utilizados para detectar os casos em que a Legislação não foi cumprida, a partir do trabalho minucioso dos Peritos Criminais. Por fim, aborda-se a teoria da Valoração Ambiental a fim de destrinchar esta técnica que já é utilizada pelos Peritos, inclusive os da Polícia Federal de Minas Gerais em casos de crimes contra o meio ambiente, ressaltando a importância da aplicabilidade e da escolha mais viável dos métodos a serem adotados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a técnica de valoração ambiental empregada nos laudos periciais produzidos pelo Grupo de Perícias em Meio Ambiente da Polícia Federal de Minas Gerais no intuito de quantificar os prejuízos causados pela extração ilegal de minério em todo o estado.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar um estudo dos laudos produzidos pelo Grupo de Perícias em Meio Ambiente da Polícia Federal de Minas Gerais no ano de 2012, a fim de obter informações sobre os crimes minerários, o montante do prejuízo e os danos ambientais causados;
- Relacionar valoração ambiental com os recursos minerais do estado de Minas Gerais;
- Comparar o método de Valoração Ambiental utilizado pela Polícia Federal de Minas Gerais com o método do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais da

Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (DEPRN), o qual envolve a análise de aspectos qualitativos; e

- Avaliar a necessidade de uma complementação da metodologia de Valoração Ambiental já aplicada, a fim de obter resultados mais abrangentes sobre os prejuízos ao meio ambiente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Início da Mineração no Brasil

Cerca de trinta anos após a descoberta do Brasil pelos portugueses, o rei Dom João III resolveu dividir o território em faixas, denominadas capitanias hereditárias, a fim de impedir invasões de povos estrangeiros. Estes lotes de terra eram cedidos a pessoas de confiança do rei, normalmente funcionários da corte ou membros da pequena nobreza, nomeados donatários. Tal concessão não dava a posse definitiva da terra, apenas o direito ao uso. Os donatários deveriam administrar, colonizar, defender e desenvolver a região, recebendo em troca a permissão de exploração das riquezas minerais e vegetais de suas capitanias.

De acordo com Ferran (2007, p.22):

Se observada a relação na óptica do Direito Público, ter-se-ia a caracterização do instituto da concessão, que no Direito Administrativo moderno conceitua-se pela faculdade que o Estado, mediante contrato, conferir a alguém (pessoa física ou jurídica particular), mediante certos encargos ou obrigações, o direito (ou privilégio) de explorar atividade que por outra forma não poderia se realizar em caráter privado, ou, em outras palavras, a delegação contratual de serviço na forma legalmente autorizada.

Atualmente, essa questão ainda se faz presente quando analisamos o processo de licenciamento das atividades de exploração dos bens ditos da União.

Conforme Guio (2012, p.1):

O Constituinte Originário estabeleceu que os recursos minerais, incluindo os do subsolo, são de titularidade da União, nos termos do art. 20, IX, da Constituição da República de 1988.

Por tal motivo, sua exploração por particulares depende de sua expressa autorização, através da autarquia federal competente – Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM - que após tramitação de processo administrativo específico e mediante o devido preenchimento dos requisitos legais pelo interessado, outorgará o título autorizativo, que condicionado ao licenciamento ambiental, permitirá a realização de pesquisa ou lavra na área indicada pelo minerador.

Das 14 capitanias criadas por Dom João III, apenas Pernambuco e São Vicente conseguiram prosperar. Segundo Ferran (2007), as razões do fracasso envolvem falta de interesse por parte de alguns donatários, falta de recursos e as dificuldades de administração, contato e comunicação entre os envolvidos, devido à distância entre Brasil e Portugal. Tais empecilhos fizeram com que o rei de Portugal criasse o Governo-Geral, centralizando as responsabilidades que antes eram atribuídas aos Donatários no intuito de representar oficialmente do país, sendo a busca por ouro no Brasil um dos focos principais.

Na capitania de São Vicente, no ano de 1590, foram feitas as primeiras catas, possibilitando a extração de ouro e diamantes dos aluviões. Nessa época, o garimpo era feito

de maneira rudimentar: os minerais eram retirados manualmente, com o auxílio de pás, lançados em calhas e bateados, e seus rejeitos lançados em locais próximos. Esta nova possibilidade de lucro fez com que o governador Afonso Furtado, convidasse Fernão Dias para chefiar uma bandeirada em busca de riquezas minerais, se tratando desta vez de prata e esmeraldas. Este convite foi feito em 1671 através da Carta Régia, na qual o governador pedia aos homens de São Paulo que fossem para o sertão brasileiro, onde, segundo boatos da época, havia minas de tais pedras preciosas. Fernão Dias então concordou com a missão e se dispôs a pagar parte de suas despesas, recebendo em troca honras e títulos, como o de Governador das Esmeraldas. Em contrapartida, o rei receberia o quinto sobre o valor descoberto pelo bandeirante, ou seja, cerca de 20% sob o metal encontrado. Sendo assim, após algum tempo de planejamento, foram iniciadas as marchas e prospecções, que duraram sete anos (FERRAN, 2007).

Ainda de acordo com Ferran (2007), os viajantes seguiram até as cabeceiras do rio das Velhas, atravessando a serra da Mantiqueira, e que os mesmos conseguiram encontrar riquezas nas terras exploradas. Porém, Fernão Dias Paes adoeceu e veio a falecer acreditando que havia chegado a uma jazida de esmeraldas, enquanto na verdade as pedras verdes que ele trazia eram turmalinas, que não possuíam o mesmo valor. De qualquer maneira, a bandeira de Fernão Dias abriu caminho para futuras expedições, as quais descobririam, anos mais tarde, as ricas jazidas de ouro no território que viria a se chamar Minas Gerais. Geologicamente, os bandeirantes tinham acabado de descobrir jazidas de ouro do tipo arqueano, ainda desconhecidas na Península Ibérica. A região onde isto ocorreu foi a do Quadrilátero Ferrífero, a qual teve seu crescimento populacional e econômico diretamente ligado com o desenvolvimento das atividades mineradoras.

De 1700 a 1780, Minas foi responsável pela produção de cerca de 60% do ouro extraído no país, além de uma boa parte das gemas (pedras preciosas e semipreciosas). Não coincidentemente, entre os anos de 1700 e 1808 a população mineira cresceu de 30 mil para 433 mil habitantes. Vila Rica (atual cidade de Ouro Preto) contava com 35 mil habitantes no século XVIII, enquanto a cidade de São Paulo tinha apenas 5 mil habitantes (ALVES, 2008).

Algumas minas instaladas no estado foram consideradas exemplos de tecnologia e sofisticação no exercício da lavra de ouro, como a Mina da Passagem em Mariana, no ano de 1819. Já as primeiras empresas de mineração em Minas Gerais surgiram entre 1820 e 1830, sendo de origem inglesa. A principal era a Saint. John D'el Rey Mining Company, transformada posteriormente na Mineração Morro Velho, a qual permaneceu atuante até o final do século XX (SILVA, 1995).

Como consequência da expansão da mineração de ouro, foram sendo encontrados depósitos de minério de ferro no estado, os quais fomentaram o surgimento de indústrias de transformação desse bem mineral. Os primeiros altos-fornos de ferro gusa foram implantados na fábrica de Morro do Pilar, em 1814. Já em 1825, foi instalada pelo francês Jean Monlevade uma fábrica na cidade de São Miguel do Piracicaba, hoje conhecida como João Monlevade, em homenagem ao empreendedor (FERRAN, 2007).

Outro marco importante para a história da mineração em Minas Gerais foi a criação da Escola de Minas de Ouro Preto em 1876, onde foram formados os primeiros metalurgistas do país. A pedido de Dom Pedro II, o francês Claude Henri Gorceix foi indicado para planejar a criação da Escola (ALVES, 2008).

Segundo Ferran (2007, p.51):

Gorceix não se demorou em optar por Villa Rica, não apenas por se tratar da capital da província, mas após considerações sobre as vantagens por ela apresentadas conclui: “Em muito pequena extensão de terreno pode-se acompanhar a série quase completa das rochas metamórficas que constituem grande parte do território brasileiro e todos os arredores da cidade se prestam a excursões mineralógicas, proveitosas e interessantes”.

Em paralelo ao início da extração de ouro e ferro, houve a descoberta de mais uma fonte de riqueza provinda de terras mineiras para a Coroa Portuguesa: pedras de diamante, encontradas em um pequeno povoado surgido às margens do Rio Tijuco em 1691, o qual recebeu o nome de Diamantina. A corrida pelas pedras de diamantes fez com que o estado de Minas Gerais fosse consagrado em 1725 como o maior produtor mundial dessa gema. Tal destaque atraía garimpeiros de todas as partes do país, fazendo com que o governo brasileiro desde esta época se visse obrigado a fiscalizar de maneira rígida a atividade mineradora, no intuito de controlar a exportação das pedras, manter os preços no exterior, reduzir a sonegação de impostos e combater o frequente contrabando (PAIVA, 2012).

Toda essa produção mineral se configurou, ao longo da história, como um dos principais vetores de desenvolvimento de Minas Gerais, fomentando a abertura de vias de transporte (como a Estrada Real, no século XVII), a implantação de centros urbanos e a fundação de uma estrutura administrativa própria, ainda no período pré-republicano (ALVES, 2008).

2. 2 O Panorama atual da Mineração no Brasil

Nos últimos anos, o crescimento das indústrias de mineração no Brasil vem sendo impulsionado principalmente pelo processo de urbanização e desenvolvimento de países

emergentes, os quais apresentam expressivas áreas territoriais, alta densidade demográfica e alto Produto Interno Bruto (PIB), como os BRIC's (Brasil, Rússia, Índia e China). Desta forma, a participação brasileira na competição por investimentos é fomentada, gerando grandes expectativas em relação às medidas de reestruturação do setor mineral no país. Dentre os fatores que ajudam a estimulação de investimentos em exploração e produção de recursos minerais destacam-se o potencial geológico, o acesso a mercados de exportação, infraestruturas de transporte e energia, mão de obra especializada, capacitação científica e tecnológica, economia estabilizada e democracia consolidada (GOLDFAJN, 2013).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), o Brasil apresenta-se como o maior produtor de nióbio (utilizado na produção do aço) e o segundo maior produtor de minério de ferro, manganês e tantalita do mundo. No ano de 2011, o país contava com 8.870 empresas mineradoras, a maior parte delas localizada na região Sudeste.

Entretanto, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) destacam uma queda da produção mineral nos últimos anos. Após subir 4% em 2011, a extração de minerais ferrosos apresentou queda de 1,4% em 2012, e em 2013 já acumulava, até abril, uma queda de 7,9%. Para os minerais não ferrosos a queda da extração nestes mesmos anos foi ainda mais expressiva: 1,7% em 2011; 2,8% em 2012 e 18,8% em 2013 de janeiro até abril.

De acordo com Goldfajn (2013), boa parte desta desaceleração deve-se ao enfraquecimento da economia chinesa e baixo crescimento da Europa, Japão e Estados Unidos, principais demandantes mundiais, o que se refletiu em uma queda nos preços internacionais e nas exportações. Outros fatores são o fraco desempenho dos setores de construção e automotivo em 2012 e a desaceleração no setor extrativo devido a problemas operacionais em algumas minas no início de 2013. Mesmo assim, o autor destaca que o setor mineral possui a maior participação entre os produtos na balança comercial brasileira e representou 13,7% das exportações em valor. Além do minério de ferro, os principais minérios exportados são ouro e nióbio (responsáveis por, respectivamente, 6% e 5% do total exportado em 2012). Os principais destinos de exportações são China (em torno de 40% do total em valor) e Japão (em torno de 8% do total em valor), enquanto as importações brasileiras são predominantemente oriundas do Canadá (em torno de 20%) e dos Estados Unidos (em torno de 16%), sendo o carvão mineral e o cloreto de potássio os principais produtos (GOLDFAJN, 2013).

Dados do IBRAM de 2011 mostram que o setor mineral investe cerca de US\$ 15 bilhões por ano no país. Estes investimentos contemplam diversos minérios, sendo que o minério de ferro é o principal, com 63% dos US\$ 75 bilhões previstos para serem investidos

no setor até 2016. Os principais Estados brasileiros que estes valores são Minas Gerais, com US\$ 26,1 bilhões (34,9% do total), Pará, com US\$ 18,1 bilhões (24,1% do total) e Bahia, com US\$ 6,5 bilhões (8,7% do total), destinados para Ferro, Ouro, Vanádio, Níquel e Cromo.

Os resultados destes investimentos podem ser vistos através do crescimento das pesquisas minerais autorizadas pelo Departamento Nacional Produção Mineral (DNPM). Somente no ano de 2010, foram recebidos 19.855 pedidos de pesquisa e concedidas 18.299 autorizações. Foram aprovados 1.349 relatórios finais de pesquisa, gerando novas reservas minerais, e conferidas 205 concessões e 368 permissões de lavra garimpeira. Os pedidos de pesquisa só não foram mais elevados porque uma grande parte do território brasileiro já se encontra onerada na forma de títulos minerários ativos.

À medida que as pesquisas minerais e o mapeamento geológico vão sendo executados, surgem novas descobertas e novas potencialidades, o que se converte em mais competitividade para o setor. Lançado em 2011, o Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030) é um projeto do Ministério das Minas e Energia que prevê investimentos da ordem de US\$ 27 bilhões no setor mineral entre 2010 e 2015, e de US\$ 90 bilhões entre 2010 e 2030. Esta previsão está baseada na contínua tendência anual de elevação das exportações e do valor da produção mineral brasileira, com direito novos recordes que deverão bater o do ano de 2013 (cerca de US\$ 40 bilhões), já que a estimativa é de que a produção mineral atinja valores da ordem de 55 bilhões de dólares.

Ainda segundo o PNM – 2030, a expansão das minas e os novos projetos de mineração também terão um importante impacto no futuro valor da produção mineral. Além do minério de ferro, níquel, cobre, fertilizantes e ouro terão grande destaque nos próximos anos. Somente no ano de 2011 foram previstos três novos projetos: Onça-Puma (Níquel) e Salobo I (Cobre), ambos da Vale S. A., e Barro Alto (Níquel) da Anglo American, representando um total de investimentos da ordem de 5 bilhões de dólares. Carajás, administrado também pela mineradora Vale, já tem um projeto para expandir a produção para um patamar de 130 milhões de toneladas/ano. Há ainda o projeto Serra Sul, com uma produção da ordem anual de 90 milhões de toneladas e investimentos de quase R\$ 20 bilhões.

Conforme Alves (2014, p.18-19):

As perspectivas são amplamente favoráveis para a mineração brasileira. Analistas afirmam que, mesmo em cenários recessivos, o preço das commodities não será afetado drasticamente. No mercado interno, fatores como a ascensão das classes sociais, fortes investimentos em projetos de infraestrutura para Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016, além da continuidade do Programa Minha Casa Minha Vida, os investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Pré-Sal também contribuirão para o fortalecimento do setor mineral nos próximos anos.

Contudo, a dificuldade na obtenção de licenças ambientais, os custos logísticos elevados e a alternância de períodos de crescimento sucedidos por outros de retração, característica do setor, são barreiras que vêm reduzindo o anúncio de novos investimentos. Apesar de o cenário atual ser positivo, já que o preço das commodities continua aumentando em função de uma demanda maior que a oferta, o Brasil deverá defrontar-se no futuro com uma competição continuamente mais acirrada com outros países emergentes e também com as principais nações mineradoras. O novo marco regulatório recentemente anunciado deve tornar o ambiente mais convidativo a novos investimentos, ao reduzir incertezas, e o aumento do consumo de bens duráveis e a urbanização nos países emergentes também deve levar à continuidade da expansão da demanda. Mas para a real consolidação estrutural de sua indústria mineral, é necessário que o país continue investindo em infraestruturas cada vez mais competitivas, através da apropriação de novos mercados e tecnologias, atração de capital estrangeiro, reestruturações societárias, promoção e viabilização de novos projetos e verticalizações e integrações intersetoriais (GOLDFAJN, 2013).

2. 3 A Relação entre Mineração e o Meio Ambiente

É impossível negar a contribuição da mineração para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Esta atividade é um dos setores básicos da economia brasileira, sendo essencial para o desenvolvimento da sociedade. Porém, outro fato irrefutável é de que a mineração, devido à grande extensão de terra necessária à sua prática, tem potencial para gerar grandes e irreversíveis impactos ambientais e sociais.

Tal assunto foi tema de discussão na Conferência Rio +10, realizada em Johannesburgo no ano de 2002. A partir dos resultados desta conferência, foram gerados dois documentos principais: uma declaração política, contendo os acordos e rumos para a implantação do desenvolvimento sustentável; e um plano de ação estabelecendo as metas e ações que guiam os países comprometidos.

Sobre o plano de ação, Juras (2002, p.9) diz que:

O documento considera que os minerais e a mineração são importantes para o desenvolvimento social de muitos países e, ainda, que os minerais são essenciais na vida moderna. O aumento da contribuição dos minerais e da mineração para o desenvolvimento sustentável inclui ações para: apoiar os esforços em considerar os impactos e os benefícios ambientais, econômicos, à saúde e sociais dos minerais e da mineração em todo o seu ciclo de vida; aumentar a participação dos depositários, incluindo comunidades locais e indígenas e as mulheres, no desenvolvimento da mineração em todo o seu ciclo de vida, incluindo os processos de recuperação após o encerramento das atividades; e fomentar as práticas sustentáveis de mineração por

meio de apoio financeiro, técnico e capacitação organizacional aos países em desenvolvimento e aqueles com economias em transição.

Esse equilíbrio entre a necessidade de execução de determinada atividade econômica com a urgente demanda por um meio ambiente equilibrado é a base para a implantação do desenvolvimento sustentável. Várias atividades antrópicas impactam de forma negativa o meio ambiente, como, por exemplo, a agricultura, pecuária, construção de hidrelétricas e a própria mineração. Para estas atividades, consideradas de grande potencial poluidor, existem leis específicas que visam à minimização dos efeitos adversos, desde o levantamento dos possíveis impactos até o encerramento das mesmas.

Farias (2002, p.13) divide os problemas oriundos da mineração no Brasil em quatro categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, e subsidência do terreno. Além disso, o autor define quais são as externalidades da atividade, ou seja, o conjunto de efeitos não desejados que surgem no exercício da mineração, sendo estes: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano.

O quadro abaixo foi apresentado por Farias (2002, p.14) e contém uma síntese dos principais impactos ambientais na produção brasileira de algumas substâncias minerais.

Quadro 1 - Principais impactos ambientais da mineração no Brasil.

SUBSTÂNCIA MINERAL	ESTADO	PRINCIPAIS PROBLEMAS	AÇÕES PREVENTIVAS E OU CORRETIVAS
Ferro	MG	Antigas barragens de contenção, poluição de águas superficiais	Cadastramento das principais barragens de decantação em atividade e as abandonadas; Caracterização das barragens quanto a estabilidade; Preparação de estudos para estabilização
Ouro	PA	Utilização de mercúrio na concentração do ouro de forma inadequada; Aumento da turbidez, principalmente na região de Tapajós	Divulgação de técnicas menos impactantes; Monitoramento de rios onde houve maior uso de mercúrio
	MG	Rejeitos ricos em arsênio; Aumento da turbidez	Mapeamento e contenção dos rejeitos abandonados
	MT	Emissão de mercúrio na queima de amálgama	Divulgação de técnicas menos impactantes
Chumbo, Zinco e Prata	SP	Rejeitos ricos em arsênio	Mapeamento e contenção dos rejeitos abandonados
Chumbo	BA	Rejeitos ricos em arsênio	Mapeamento e contenção dos rejeitos abandonados
Zinco	RJ	Barragem de contenção de rejeito, de antiga metalurgia, em péssimo estado de conservação	Realização das obras sugeridas no estudo contratado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro
Carvão	SC	Contaminação das águas superficiais e subterrâneas pela drenagem ácida proveniente de antigos depósitos de rejeitos	Atendimento às sugestões contidas no Projeto Conceitual para Recuperação da Bacia Carbonífera Sul Catarinense
Agregados para	RJ	Produção de areia em Itaguaí/	Disciplinamento da atividade; Estudos

construção civil		Seropédica: contaminação do lençol freático, uso futuro da terra comprometido devido a criação desordenada de áreas alagadas	de alternativas de abastecimento
	SP	Produção de areia no Vale do Paraíba acarretando a destruição da mata ciliar, turbidez, conflitos com uso e ocupação do solo, acidentes nas rodovias causados pelo transporte	Disciplinamento da atividade; Estudos de alternativas de abastecimento e de transporte
	RJ e SP	Produção de brita nas Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e São Paulo, acarretando: vibração, ruído, emissão de particulado, transporte, conflitos com uso e ocupação do solo	Aplicação de técnicas menos impactantes; Estudos de alternativas de abastecimento
Calcário	MG e SP	Mineração em áreas de cavernas com impactos no patrimônio espeleológico	Melhor disciplinamento da atividade através da revisão da Resolução CONAMA nº 5 de 06/08/1987
Gipsita	PE	Desmatamento da região do Araripe devido a utilização de lenha nos fornos de queima da gipsita	Utilização de outros tipos de combustível e incentivo ao reflorestamento com espécies nativas
Cassiterita	RO e AM	Destruição de Florestas e leitos de rios	Racionalização da atividade para minimizar os impactos

Fonte: Farias (2002, p.14)

Brum (2000, p.2) também resumiu os impactos causados pela mineração:

De maneira geral, o efeito da mineração, considerado aqui desde a lavra até o tratamento do minério, faz-se sentir especialmente: a) sobre o meio físico ou sobre a fisiografia da região. São efeitos visíveis, detectados a curto prazo, denominados de agudos e afetam: 1) a paisagem (desaparecimento de morros; aterros de depressões; transformações, inclusive por assoreamento de drenagem); 2) o solo (remoção, decapagem e aterro); 3) a vegetação (desflorestamento). b) sobre a qualidade do meio. Efeitos não-visíveis, detectados a longo prazo. Esses efeitos são considerados crônicos e sentidos principalmente por: 1) modificação na qualidade da água (efeito na qualidade de recursos hídricos); 2) absorção ou assimilação (cutânea, respiratória ou digestiva) por animais: podem afetar organismos superiores (inclusive o homem); 3) modificações da qualidade do ar (emissão de particulados); 4) modificação do meio físico, inclusive trazendo efeitos a curto, médio e longo prazos sobre o clima local. No caso da Bahia, essa tendência é de favorecer a desertificação.

2.4 Legislação Aplicável

Historicamente, o setor mineral tem se mostrado uma atividade econômica de destaque no cenário nacional. Desde o ciclo do ouro, chegando à recente e atual exploração em larga escala das jazidas de minério de ferro, a exploração de minerais brasileiros é uma importantíssima fonte de matéria-prima para países de todo o mundo.

Em função da ausência de instrumentos legais e normativos concernentes à proteção ambiental na época colonial, o início da atividade mineradora no Brasil caracterizou-se por ações predatórias às jazidas, agressões ao meio ambiente e geração de prejuízos sociais e de saúde pública às populações diretamente envolvidas. A regulamentação da atividade por parte da Coroa Portuguesa focava-se essencialmente em aspectos tributários, como, por exemplo,

por meio da cobrança do Quinto do Ouro, imposto que correspondia a 20% do valor de toda quantia daquele metal extraída de terras brasileiras. O primeiro órgão público a lidar com os aspectos legais da geologia no país foi o Museu Nacional, criado em 03 de fevereiro de 1818. Cerca de vinte e cinco anos depois foi instituída na Secretaria do Estado dos Negócios do Império uma seção responsável pela Agricultura e Mineração, o primeiro embrião dos atuais órgãos reguladores da matéria, como o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (SILVA, 1995).

Segundo o Ministério de Minas e Energia, a Constituição Republicana de 1891 vinculava a propriedade e o direito de uso do solo ao do subsolo, o que foi combatido pelo presidente Getúlio Vargas, em 1931, defendendo que todo o direito sobre os minerais do território nacional deveriam pertencer à União. Apesar de toda a luta para a nacionalização dos recursos minerais, apenas em 1934, com a criação da nova Constituição e da promulgação do Código de Minas, o governo tornou oficial a separação de propriedades do solo e do subsolo, e através do Decreto Nº 23.979, de 08 de março, criou oficialmente o DNPM.

A partir desse momento, a exploração de qualquer jazida dependia de uma autorização do Governo Federal, consumando o desejo de Vargas de que os recursos minerais fossem todos nacionalizados. Surgiu então a necessidade de uma regulamentação mais específica da atividade minerária, a qual fomentou o desenvolvimento da legislação que hoje em dia regula as atividades do setor no país (SILVA, 1995).

2.4.1 Decreto-Lei Nº 1.985, de 29 de Março de 1940

O Decreto-Lei nº 1.985, denominado Código de Minas, foi criado com o objetivo de regular de forma precisa a mineração no território nacional. Como principais pontos do decreto, tem-se a definição dos direitos sobre as jazidas e minas, o estabelecimento do regime de aproveitamento das mesmas e a regulamentação da intervenção do Estado na atividade.

Além disso, o Código de Minas atribui ao Governo a responsabilidade de fiscalizar as empresas que utilizam matéria prima mineral, Brasil (1940, p.13):

- Art. 49. O Governo fiscalizará, pelo D. N. P. M., todos os serviços de pesquisa e lavra de jazidas, bem como as empresas que utilizem matéria prima mineral, fazendo cumprir as normas de:
- I - bom aproveitamento da jazida;
 - II - conservação e segurança das construções e trabalhos;
 - III - precaução contra danos a propriedades vizinhas;
 - IV - proteção do bem estar público, da saúde e da vida dos operários.

2.4.2 Decreto-Lei Nº 227, de 28 de Fevereiro de 1967

Após a reorganização do Estado iniciada em 1964, foi promulgado em 28 de fevereiro de 1967 o Código de Mineração, o qual, além de modernizar e reestruturar o Código de Minas em vários assuntos, foi pioneiro em algumas questões, como o monopólio do Estado sobre a extração de petróleo.

Segundo Silva (1995), um dos pontos mais importantes do novo Código é que ele retirou do proprietário do solo a preferência na utilização do subsolo, como era definido anteriormente pelo Código de Minas. Ao invés de ter garantida a prioridade na utilização desses recursos, o proprietário tinha assegurada uma justa indenização em caso de exploração dos recursos por terceiros, bem como participação no resultado da lavra.

Além disto, o Artigo 2º define os regimes de aproveitamento das substâncias minerais, Brasil (1967, p.2):

- I - regime de concessão, quando depender de portaria de concessão do Ministro de Estado de Minas e Energia;
- I - regime de autorização, quando depender de expedição de alvará de autorização do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;
- III - regime de licenciamento, quando depender de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro da licença no Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;
- IV - regime de permissão de lavra garimpeira, quando depender de portaria de permissão do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;
- V - regime de monopolização, quando, em virtude de lei especial, depender de execução direta ou indireta do Governo Federal.

De acordo com o Guia do Minerador elaborado pelo Departamento Nacional de Produção, o objetivo destes regimes é a obtenção de um título que credencie seu possuidor ao aproveitamento do recurso natural. Este título é emitido, no caso do primeiro regime, pelo Ministério de Minas e Energia, e nos demais casos, pelo próprio DNPM. Os regimes de Autorizações e Concessões são previstos para todas as substâncias minerais. Às substâncias garimpáveis, aplica-se o Regime de Permissão de Lavra Garimpeira. Já no caso de substâncias de emprego imediato na construção civil utiliza-se o Regime de Extração (quando a solicitação é feita exclusivamente pelo proprietário do solo ou a quem obtiver expressa autorização de utilização do mesmo) ou o Regime de Licenciamento (aplicável a órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios), sendo que no primeiro tipo, a obtenção do título tem uma tramitação bem mais rápida, pois não exige a realização de trabalhos de pesquisa e todos os trâmites ocorrem

localmente. Já o regime de Licenciamento depende da vontade das prefeituras e dos proprietários do solo, fato que pode se tornar um elemento complicador do processo.

2.4.3 Lei Nº 6.567, de 24 de Setembro de 1978

A Lei Nº 6.567 veio como um complemento ao Código de Mineração de 1967. A referida lei dispõe sobre o licenciamento específico para o uso imediato de minerais na construção civil, desde que os mesmos não necessitem passar por processos de beneficiamento, facilitando a regulamentação da extração para este fim.

A Lei Nº 8.982, de 24 de Janeiro de 1995, dá nova redação ao Artigo 1º da Lei Nº 6.567, o qual havia sido alterado pela Lei Nº 7.312, de 16 de maio de 1985, Brasil (1995, p.1):

O art. 1º da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, alterado pela Lei nº 7.312, de 16 de maio de 1985, passa a vigorar com a seguinte redação:

Art. 1º Poderão ser aproveitados pelo regime de licenciamento, ou de autorização e concessão, na forma da lei:

I - areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação;

II - rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins;

III - argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha;

IV - rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivo de solo na agricultura.

Tal alteração se deu principalmente quanto à obrigatoriedade da adoção dos processos de licenciamento citados na lei para a utilização dos minerais mencionados no artigo.

2.4.4 Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981

A criação da Política Nacional do Meio Ambiente, através da Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, foi influenciada pelo aumento da preocupação em relação às possíveis consequências geradas pela ação humana sobre o meio ambiente. O principal objetivo é a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

A partir desta lei, foi criado o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), e instituídos os primeiros instrumentos ambientais, como o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, e o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) foi estabelecido como o órgão superior de meio ambiente do país, cujas competências estão listadas no Artigo 8º, Brasil (1891, p.6):

- I - estabelecer, mediante proposta do IBAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos Estados e supervisionado pelo IBAMA;
- II - determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis conseqüências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos federais, estaduais e municipais, bem assim a entidades privadas, as informações indispensáveis para apreciação dos estudos de impacto ambiental, e respectivos relatórios, no caso de obras ou atividades de significativa degradação ambiental, especialmente nas áreas consideradas patrimônio nacional;
- III - decidir, como última instância administrativa em grau de recurso, mediante depósito prévio, sobre as multas e outras penalidades impostas pelo IBAMA;
- IV - homologar acordos visando à transformação de penalidades pecuniárias na obrigação de executar medidas de interesse para a proteção ambiental;
- V - determinar, mediante representação do IBAMA, a perda ou restrição de benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público, em caráter geral ou condicional, e a perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;
- VI - estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes;
- VII - estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

Algumas alterações foram realizadas anos depois, como a transformação do CONAMA em um órgão consultivo e deliberativo e de novos instrumentos para avaliação, monitoramento e controle da qualidade ambiental em qualquer âmbito. As leis responsáveis pelas principais mudanças foram a Lei Nº 7.804/1989 e a Lei Nº 8.028/1990.

2.4.5 Lei Nº 7.347, de 24 de Julho de 1985

A Lei da Ação Civil Pública e dos Interesses Difusos foi responsável pela criação das ações civis de responsabilidades por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor histórico, artístico, estético, turístico e paisagístico, assim como outras providências por ela regulamentadas.

Com a criação da lei, e tendo o Ministério Público o poder de criação dessas ações, eventos danosos ao meio ambiente causados por atividades minerárias passaram a ser passíveis de processos judiciais, o que faz com que a fiscalização ambiental e o controle por parte das empresas tenha de ser muito maior.

Foi instituída também a possibilidade de celebração de Termo de Ajuste de Conduta, um meio de efetivar a tutela dos direitos coletivos e de evitar o ingresso em juízo até que seja

alcançado o ajuste da conduta danosa. Ressalta-se que a possibilidade da celebração do referido acordo não visa a descaracterização da Lei da Ação Civil Pública, e sim o resguardo do seu poder de atuação apenas para os casos em que a conciliação não seja uma opção viável (BARRETO, 2004).

2.4.6 Constituição da República Federativa do Brasil de 1988

A Constituição de 1988, atendendo ao movimento de preocupação com o meio ambiente presente na sociedade da época, fez com que fossem dados os primeiros passos em direção a uma política ambiental mais completa no Brasil. Antes desse marco, a questão ambiental no país caminhava sem um controle muito rígido, e muitas vezes era gerida para agradar ao empreendedor.

Algumas das maiores evoluções no que tange às questões ambientais da Constituição de 1988 estão dispostas no Capítulo VI, Do Meio Ambiente, Brasil (1988, p.135):

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Quanto ao critério de exploração dos bens minerais, a Carta Magna adota o regime dominial, fazendo com que as riquezas minerais, estejam elas no subsolo ou na superfície,

sejam de responsabilidade da União, e garante assim a exclusividade do Estado na função de legislar sobre as mesmas.

2.4.7 Lei Nº 7.805, de 18 de Julho de 1989

A Lei Nº 7.805 buscou regular a atividade garimpeira, através da criação do regime de permissão e extinção do regime de matrícula e extinguir o regime de matrícula. Para isto, define regime de permissão de lavra garimpeira como sendo o aproveitamento imediato de jazimento mineral que, por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, possa ser lavrado independentemente de prévios trabalhos de pesquisa.

Sobre as permissões para pesquisa ou lavra, a Lei cita que, Brasil (1989, p.5):

Art. 16. A concessão de lavras depende de prévio licenciamento do órgão ambiental competente.

Art. 17. A realização de trabalhos de pesquisa e lavra em áreas de conservação dependerá de prévia autorização do órgão ambiental que as administre.

Art. 18. Os trabalhos de pesquisa ou lavra que causarem danos ao meio ambiente são passíveis de suspensão temporária ou definitiva, de acordo com parecer do órgão ambiental competente.

Art. 19. O titular de autorização de pesquisa, de permissão de lavra garimpeira, de concessão de lavra, de licenciamento ou de manifesto de mina responde pelos danos causados ao meio ambiente.

Isto significa que a partir de então não mais bastaria ter licenciada a parte estrutural e operacional do empreendimento, mas a parte ambiental também deveria receber um aval do órgão responsável. Quando a pesquisa incidir sobre área de conservação ambiental, além do licenciamento habitual para empreendimentos desse setor, é necessária uma anuência do órgão ambiental responsável pelo gerenciamento da área aonde se pretende garimpar. Além disso, o órgão ambiental recebeu para a suspensão provisória ou definitiva das atividades, desde que seja de entendimento do mesmo que os danos causados pela atividade não foram previstos, ou não estejam sendo devidamente mitigados.

2.4.8 Lei Nº 7.990, de 28 de Dezembro de 1989

A Lei Nº 7.990, embasada pela Constituição Federal, institui a compensação financeira a ser paga pelos Estados, Distrito Federal e Municípios pela exploração de petróleo ou gás natural, recursos hídricos para fim de geração de energia elétrica recursos minerais em seus respectivos territórios, plataformas continental, mar territorial ou zona econômica.

O objetivo da compensação financeira é indenizar a União pela utilização dos recursos e possíveis danos causados pelos empreendimentos, resultando em um valor a ser reinvestido em diversos setores do Estado.

2.4.9. Lei N° 8.001, de 13 de Março de 1990

A Lei N° 8.001 define os valores a serem pagos como compensação financeira a cada tipo de empreendimento, bem como a divisão dos percentuais entre os órgãos, Estado e instituições interessadas.

Para o setor minerário, o Artigo 2° da Lei define que:

§ 1° O percentual da compensação, de acordo com as classes de substâncias minerais, será de:

I - minério de alumínio, manganês, sal-gema e potássio: 3% (três por cento);

II - ferro, fertilizante, carvão e demais substâncias minerais: 2% (dois por cento), ressalvado o disposto no inciso IV deste artigo;

III - pedras preciosas, pedras coradas lapidáveis, carbonados e metais nobres: 0,2% (dois décimos por cento);

IV - ouro: 1% (um por cento), quando extraído por empresas mineradoras, e 0,2% (dois décimos por cento) nas demais hipóteses de extração.

§ 2° A distribuição da compensação financeira referida no caput deste artigo será feita da seguinte forma:

I - 23% (vinte e três por cento) para os Estados e o Distrito Federal;

II - 65% (sessenta e cinco por cento) para os Municípios;

II-A. 2% (dois por cento) para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT, instituído pelo Decreto-Lei no 719, de 31 de julho de 1969, e restabelecido pela Lei no 8.172, de 18 de janeiro de 1991, destinado ao desenvolvimento científico e tecnológico do setor mineral;

III - 10% (dez por cento) para o Ministério de Minas e Energia, a serem integralmente repassados ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, que destinará 2% (dois por cento) desta cota-parte à proteção mineral em regiões mineradoras, por intermédio do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama.

2.4.10 Lei N° 8.876, de 2 de Maio de 1994

A Lei N° 8.876 concedeu ao poder executivo autorização para a instituição do Departamento Nacional de Produção Mineral como Autarquia. Através da cessão de maior autonomia ao DNPM, o Governo tem como objetivo a concentração de muitas das atividades relacionadas ao setor minerário dentro de um mesmo órgão.

O Artigo 3° define as competências do DNPM, no intuito de promover o planejamento e o fomento da exploração e do aproveitamento dos recursos minerais, superintender as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral, e assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional:

- I - promover a outorga, ou propô-la à autoridade competente, quando for o caso, dos títulos minerários relativos à exploração e ao aproveitamento dos recursos minerais, e expedir os demais atos referentes à execução da legislação minerária;
- II - coordenar, sistematizar e integrar os dados geológicos dos depósitos minerais, promovendo a elaboração de textos, cartas e mapas geológicos para divulgação;
- III - acompanhar, analisar e divulgar o desempenho da economia mineral brasileira e internacional, mantendo serviços de estatística da produção e do comércio de bens minerais;
- IV - formular e propor diretrizes para a orientação da política mineral;
- V - fomentar a produção mineral e estimular o uso racional e eficiente dos recursos minerais;
- VI - fiscalizar a pesquisa, a lavra, o beneficiamento e a comercialização dos bens minerais, podendo realizar vistorias, autuar infratores e impor as sanções cabíveis, na conformidade do disposto na legislação minerária;
- VII - baixar normas, em caráter suplementar, e exercer fiscalização sobre o controle ambiental, a higiene e a segurança das atividades de mineração, atuando em articulação com os demais órgãos responsáveis pelo meio ambiente e pela higiene, segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores;
- VIII - Implantar e gerenciar bancos de dados para subsidiar as ações de política mineral necessárias ao planejamento governamental;
- IX - baixar normas e exercer fiscalização sobre a arrecadação da compensação financeira pela exploração de recursos minerais, de que trata o § 1º do Art. 20 da Constituição Federal;
- X - fomentar a pequena empresa de mineração;
- XI - estabelecer as áreas e as condições para o exercício da garimpagem em forma individual ou associativa.

A Lei garante ao DNPM, além de Autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia, autonomia financeira, administrativa e patrimonial para o exercício das funções que lhe foram concedidas.

2.4.11 Lei Nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998

A Lei dos Crimes Ambientais dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Em outras palavras, trata da criminalização de toda e qualquer atividade que, por algum motivo, com intenção ou não, causa danos ao meio ambiente.

Com o surgimento desta legislação, as penas para quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos são claramente definidas. São definidas as penalidades aplicáveis aos crimes contra a fauna, contra a flora, da poluição, contra o ordenamento urbano e patrimônio cultural e outros, além de definir as responsabilidades de pessoas físicas e jurídicas sobre seus atos.

Sobre extrações minerais, o Artigo 55 define como crime:

Art. 55. Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida:
Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

Parágrafo único. Nas mesmas penas incorre quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente.

2.4.12 Portaria DNPM Nº 144, de 03 de Maio de 2007

A Portaria DNPM nº 144, de 03 de maio de 2007 entrou em vigor na data de sua publicação (07 de maio de 2007) e revogou as Portarias DNPM nº 367, de 27 de agosto de 2003, nº 236, de 16 de junho de 2004; e o subitem 1.5.3.2.1 do Anexo I da Portaria nº 237, de 18 de outubro de 2001.

Conforme Guio (2012, p.1):

A Guia de Utilização consiste em título autorizativo expedido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, em caráter excepcional, para a realização de extração de bens minerais durante a fase de pesquisa, até a outorga da concessão de lavra, conforme previsão expressa no art. 22, § 2º, do Código de Mineração.

Sendo assim, é admitida, em caráter excepcional, a extração de substâncias minerais em área objeto de Alvará de Pesquisa, mediante prévia autorização do DNPM, antes da outorga da concessão de lavra, a qual se dará com a expedição da correspondente Guia de Utilização, observados o acordo com o proprietário do solo e a obtenção da licença ambiental pertinente.

Em nível regulamentar, a Portaria DNPM nº 144, de 03 de maio de 2007 trata da extração de substâncias minerais antes da outorga de concessão de lavra, e estabelece, em seu art. 2º, que para efeito de emissão da Guia de Utilização serão consideradas como excepcionais as seguintes situações:

- I - aferição da viabilidade técnico-econômica da lavra de substâncias minerais no mercado nacional e/ou internacional;
- II - a extração de substâncias minerais para análise e ensaios industriais antes da outorga da concessão de lavra; e
- III - a comercialização de substâncias minerais face à necessidade de fornecimento continuado da substância visando garantia de mercado, bem como para custear a pesquisa.

O requerimento para obtenção da Guia de Utilização deverá ser encaminhado ao Superintendente do DNPM do local em que se situa a área objeto dos direitos minerários, instruído com a justificativa técnica-econômica e com a planta do local a ser realizada a extração, como exige a Portaria 144/07, em seu art. 4º, sendo necessário o total adimplemento das Taxas Anuais por Hectare – TAH, bem como a apresentação da necessária licença ambiental ou documento equivalente (GUIO, 2012).

Segundo Guio (2012, p.1):

Após análise pelo setor técnico, a Guia de Utilização poderá ser emitida, com a publicação de seu extrato no Diário Oficial da União.

A autorização não poderá ter validade por prazo superior ao da “(...) licença ambiental apresentada ou do Alvará de Pesquisa, quando em vigor, prevalecendo o prazo que vier a vencer primeiro” (Portaria DNPM 144/07, art. 11), admitindo-se sua emissão após o vencimento da autorização de pesquisa apenas no caso de apresentação de seu pedido de prorrogação, sendo que o indeferimento deste acarretará no imediato cancelamento da Guia de Utilização (art. 12, *idem*).

Obviamente, a outorga da concessão de lavra terá o condão de retirar a eficácia da Guia de Utilização, visto que o minerador passa a deter a autorização regular para a realização de suas atividades.

A Guia de Utilização poderá ser cassada, cancelada ou suspensa de acordo com critérios técnicos, de interesse público ou social, caso em que seu titular deverá promover a recuperação ambiental da área.

É expressamente permitida a emissão de nova autorização após o vencimento da primeira, desde que o pedido esteja instruído com os documentos previstos no art. 20 da já mencionada Portaria DNPM 144/07. A continuidade dos trabalhos não será interrompida desde que o titular apresente seu requerimento em até sessenta dias antes do vencimento da Guia de Utilização vigente, nos termos do art. 21 da mesma norma (GUIO, 2012).

2.4.13 Lei Complementar Nº 140, de 09 de Dezembro de 2011

Foi publicada, em 09/12/2011, no Diário Oficial da União, a Lei Complementar nº 140, que fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal de 88, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora.

A Lei Complementar nº 140/2011 também altera o artigo 10 da Lei nº 6.938/1981 (Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente) e aplica-se aos processos de licenciamento e de autorização ambiental, iniciados a partir de sua vigência.

Com sua promulgação, ficaram mais claros os limites de atuação da União, Estados e Municípios, no que concerne à aplicação de políticas ambientais, gestão de recursos ambientais, definição de espaços territoriais protegidos, fiscalização de atividades e, principalmente, licenciamento de atividades e empreendimentos potencialmente poluidores.

Conforme Welter et. al (2012, p. 1):

Ainda que a divisão de competências já houvesse sido tratada pela Resolução Conama 237/07, é a LC 140/2011 que “põe uma pá de cal” em qualquer dúvida que ainda pudesse existir sobre a exigência do licenciamento ambiental por diferentes entes federativos, uma vez que a Lei Complementar dispõe que os empreendimentos e atividades são licenciados ou autorizados, ambientalmente, por um único ente federativo.

A norma também vincula o exercício da fiscalização ambiental aos órgãos competentes para a realização do licenciamento ambiental da atividade, ou seja, o órgão responsável pelo licenciamento ou autorização também será competente para lavrar auto de infração ambiental e instaurar processo administrativo para a apuração de infrações à legislação ambiental cometidas pelo empreendimento ou atividade licenciada ou autorizada.

Ainda prevê, também, a criação de Comissões Bipartites e Tripartites com o objetivo de fomentar a gestão ambiental compartilhada e descentralizada entre os entes federativos. O funcionamento das referidas comissão ainda será objeto de regulamentação.

2.5 Criminalística

Conforme Stumvoll e Quintela (1995 *apud* TRAUCZYNSKI, 2013, p.25), a criminalística é uma ciência independente, fortemente relacionada às demais ciências forenses, que visa à pesquisa, análise e interpretação dos vestígios materiais encontrados em locais de crime, qualquer que seja seu tipo, desde um homicídio a um local de crime contra o meio ambiente.

No contexto dos crimes ambientais, os bens minerais são objetos de preocupação do governo e da sociedade atuais. Isto porque, com a crescente valorização nos mercados domésticos e industriais, a mineração ilegal vem sendo praticada de maneira expressiva ao longo do território, acarretando na espoliação do patrimônio brasileiro e na degradação ambiental das áreas de estoque mineral.

De acordo com a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CF/88), art. 176, Brasil (2006):

[...] as jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

O art. 144 (CF/88) dispõe sobre o dever do Estado em garantir a segurança pública através da atuação de órgãos federais, civis e militares em busca da preservação da ordem

pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio. Neste contexto, o parágrafo 1º do referido artigo, Brasil (2006) afirma que:

A polícia federal, instituída por lei como órgão permanente, organizado e mantido pela União e estruturado em carreira, destina-se a: I - apurar infrações penais contra a ordem política e social ou em detrimento de bens, serviços e interesses da União ou de suas entidades autárquicas e empresas públicas, assim como outras infrações cuja prática tenha repercussão interestadual ou internacional e exija repressão uniforme, segundo se dispuser em lei; II - prevenir e reprimir o tráfico ilícito de entorpecentes e drogas afins, o contrabando e o descaminho, sem prejuízo da ação fazendária e de outros órgãos públicos nas respectivas áreas de competência; III - exercer as funções de polícia marítima, aeroportuária e de fronteiras; IV - exercer, com exclusividade, as funções de polícia judiciária da União.

No caso da mineração, os procedimentos de licenciamento e a função fiscalizatória por parte do poder público têm o objetivo de conciliar a atividade econômica a um nível de impacto ambiental aceitável, com consequências controladas ou minimizadas, já que admite-se que qualquer empreendimento minerário causa dano, não engendrando, necessariamente, crime ambiental. A prática efetiva de crime contra o meio ambiente está prevista na Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/98), Artigo 55:

Art. 55. Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida:
Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

Sendo assim, a perícia ambiental tem como objetivo a constatação do dano ambiental ilegal e a fixação do montante do prejuízo causado pela atividade ao meio ambiente e à coletividade. Para tal estimativa, os peritos utilizam técnicas como mensurações de campo, análise de sensoriamento remoto, utilização de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e uma série de programas computacionais para cálculo da área impactada e do volume extraído.

O Grupo de Perícias em Meio Ambiente (GPEMA) é o grupo especializado na análise forense de crimes ambientais do Setor Técnico-Científico da Polícia Federal em Minas Gerais. Composto por especialistas das áreas de Geologia, Engenharia de Minas, Engenharia Florestal, Engenharia Cartográfica, Biologia e Medicina Veterinária, o GPEMA/SETEC/MG é responsável por realizar perícias no âmbito criminal nas mais variadas modalidades de crimes ambientais da esfera federal: crimes minerários, crimes contra a flora, incêndios florestais, crimes contra a fauna, tráfico de animais silvestres, crimes de poluição, ocupações em áreas protegidas, entre outros. No tocante aos crimes minerários, Minas Gerais desponta como o estado da Federação de maior demanda por laudos periciais. Uma análise do banco de dados do Sistema Nacional de Gestão de Atividades de Criminalística da Polícia Federal demonstrou que o estado mantém a liderança na produção de laudos periciais ligados a crimes

minerários desde 2011, sendo que, em 2012, a produção foi inclusive superior ao total de algumas regiões do país, como o Norte, Centro-Oeste ou Sul (MAYRINK et al., 2013).

Ainda de acordo com Mayrink et al. (2013), o GPEMA/SETEC/MG começou a adotar a valoração ambiental nos laudos de extração mineral em 2009, quando os danos somaram aproximadamente 50 mil reais. A partir de então, tal metodologia foi sendo consolidada e aplicada mais sistematicamente às perícias, o que elevou o valor total mensurado dos bens minerais extraídos ilegalmente. Em 2012, esse valor, que representa o montante do prejuízo causado pela atividade ilícita à União, ultrapassou a cifra de 180 milhões de reais, evidenciando o importante papel do GPEMA não só na avaliação de danos ambientais como também na quantificação de desvios de recursos públicos.

2.6 Valoração Ambiental

Em uma sociedade capitalista, é difícil avaliar algum tipo de patrimônio que não seja pelo seu valor monetário, já que a maioria dos interesses comuns é centralizada no dinheiro. Neste contexto, com a crescente exaltação da ecologia, torna-se vantajoso calcular o valor econômico que pode ser atribuído aos patrimônios naturais.

Na maioria das vezes, este tipo de valoração baseada em preços que refletem o custo de ocasião dos recursos ambientais não é facilmente absorvida pelo mercado. Deve-se observar que esta prática engloba todos os atributos relacionados aos bens ambientais, os quais podem ou não estar associados a um uso. Determinar o valor econômico de um recurso ambiental é o mesmo que estimar o valor monetário deste em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia. Qualquer que seja a forma de gestão a ser desenvolvida por governos, organizações não governamentais, empresas ou sociedade, o gestor terá que equacionar o desafio de conciliar um orçamento financeiro limitado com as inúmeras opções de gastos, investimentos e consumo relacionadas ao meio ambiente (MOTTA, 1997).

No caso de um recurso ambiental, os fluxos de bens e serviços derivados de seu consumo definem seus atributos. Existem também atributos associados à própria existência do recurso ambiental, que independem do fluxo atual e futuro apropriados através do seu uso.

Para Pearce e Turner (1990 apud PEREIRA JÚNIOR, 2014, p.15):

O termo *valor* de um bem ou serviço ambiental é entendido como sendo a expressão monetária dos benefícios obtidos de sua provisão do ponto de vista pessoal de cada indivíduo. Tais benefícios poderão ser advindos do uso direto e do uso passivo de tais bens e serviços. O valor que resulta do uso direto da amenidade é mensurado pelo valor de uso; já o valor que resulta do uso passivo é medido através do valor de opção e do valor de existência. Então, o valor econômico total dos bens e serviços

ambientais é composto por três tipos distintos de valores, a saber: valor de uso, de opção e de existência.

Valoração ambiental é o recurso utilizado para atribuir preço aos ativos ambientais, às mudanças ocorridas nos mesmos e aos efeitos que estas alterações surtem no bem-estar do homem. Este procedimento pode ser feito de várias maneiras, entre as quais se destacam dois conceitos: a economia do meio ambiente e a economia ecológica. A economia do meio ambiente se baseia no princípio de que o meio é um bem público, e os efeitos ambientais impostos a ele são frutos de externalidades produzidas pela manutenção da economia. Já a economia ecológica aborda o problema como se a interação entre ambiente e processos econômicos ocorresse de maneira natural, já que a própria economia depende das características físicas do planeta para se desenvolver (MOTTA, 1997).

Ainda de acordo com Motta (1997), atualmente já se admite a obrigatoriedade de ressarcimento pelos danos causados ao meio ambiente. Quando os custos da degradação ecológica não são pagos por aqueles que a geram, estes se tornam externalidades para o sistema econômico, ou seja, afetam terceiros sem a devida compensação. Em geral, as atividades econômicas são planejadas sem levar em conta essas externalidades e, conseqüentemente, os padrões de consumo das pessoas são traçados sem nenhuma internalização dos custos ambientais. O resultado é um padrão de apropriação do capital natural onde os benefícios são providos para alguns usuários de recursos ambientais, sem que estes compensem os custos incorridos por usuários excluídos. Além disso, as gerações futuras serão deixadas com um estoque de capital natural resultante das decisões das gerações atuais, arcando com os custos que estas podem implicar.

De forma geral, o Valor Econômico Total (VET) dos recursos ambientais é calculado através da equação (Equação 1) de soma entre os Valores de Uso e Valores de Não Uso, os quais são descritos no quadro a seguir:

$$VET = VU + VNU \quad [1]$$

Quadro 2 - Taxonomia do valor econômico do recurso ambiental.

VALOR ECONÔMICO DO RECURSO AMBIENTAL			
Valor de Uso		Valor de Não Uso	
Valor de Uso Direto	Valor de Uso Indireto	Valor de Opção	Valor de Existência
Bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e	Bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas apropriadas e consumidos	Bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro.	Valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou

consumidos hoje.	indiretamente hoje.		altruísticas.
------------------	---------------------	--	---------------

Fonte: MOTTA (1997, p.24)

Valor de Uso (VU) refere-se ao valor atribuído pelos indivíduos à participação do recurso em uma determinada atividade, isto é, pelo uso atual da amenidade ambiental. Por exemplo, o valor que os indivíduos estão dispostos a pagar para visitar um parque ecológico ou para conservar determinadas espécies vegetais e/ou animais que estão sendo utilizadas para fabricação de remédios (MARQUES, 2005).

Ainda conforme Marques (2005, p.1):

O VU é composto pelo valor de Uso Directo (VUD) e pelo Valor de Uso Indirecto (VUI). O VUD corresponde ao valor atribuído pelo indivíduo devido a utilização efectiva e actual de um bem ou serviço ambiental, por exemplo, extracção, visitação ou alguma outra forma de actividade produtiva ou consumo directo, com relação às florestas, e VUI representa o benefício actual do recurso, derivado de funções ecossistêmicas como, por exemplo, a protecção do solo, a estabilidade climática e a protecção dos corpos d'água decorrentes da preservação das florestas.

Já o Valor de Opção (VO) diz respeito à disposição a pagar dos indivíduos para conservar um determinado recurso ou amenidade ambiental que poderá ser usado no futuro e cuja substituição seria difícil ou impossível. Assim, Valor de Opção expressa também uma preocupação com as gerações futuras. Pode-se citar, por exemplo, o valor que as pessoas estão dispostas a pagar para preservar uma floresta na esperança de que as espécies que nela se encontram possam ser úteis para gerações futuras. Por fim, Valor de Existência (VE) é quando os indivíduos obtêm benefícios pelo simples conhecimento de que determinada amenidade ambiental ou certa espécie existe, sem que haja a intenção de apreciá-las ou usá-las de alguma forma. Esse valor independe do uso direto, seja no presente, seja no futuro (MARQUES, 2005).

2.6.1 Métodos de Valoração Ambiental

Os métodos de valoração ambiental estão divididos em métodos diretos e indiretos, os quais são utilizados para mensurar os valores que compõem o VET, conforme quadro abaixo.

Quadro 3 - Tipos de valores captados pelos métodos de valoração ambiental.

MÉTODOS DE VALORAÇÃO			VU			VE
			VUD	VUI	VO	
Métodos Indiretos	Produtividade Marginal		X	X		
	Mercado Bens Substitutos	Custos Evitados	X	X		
		Custos de Controle	X	X		
		Custos de Reposição	X	X		
		Custos de Oportunidade	X	X		

Métodos Diretos	DAP Indireta	Custo de Viagem	X	X		
		Preços Hedônicos	X	X	X	
	DAP Direta	Avaliação Contingente	X	X	X	X

Fonte: MAIA, ROMEIRO, REYDON (2004, p.6).

Nota: VU: Valor Uso; VUD: Valor Uso Direto; VUI: Valor Uso Indireto; VO: Valor Opção e VE: Valor Existência; DAP: Disposição a Pagar.

Os métodos diretos são baseados nas relações físicas que descrevem causa e efeito, e podem estar diretamente relacionados aos preços de mercado ou produtividade. Representam técnicas que possuem bastante utilização para a valoração do consumo de capital natural, principalmente quando se objetiva a contabilidade de estoques de recursos naturais e sua dedução da contabilidade de renda (nacional ou regional). Através destes, busca-se confirmar as preferências individuais que estão relacionadas às funções de utilidade, utilizando para isso os métodos de valoração contingente, custos de viagens e os valores hedônicos, principalmente.

Entretanto, quando mercados para bens e serviços ambientais não existem ou não existem mercados alternativos para propor substituições, há a necessidade de aplicação de métodos de valoração contingentes, ou seja, com certo grau de incerteza. Estes métodos podem ser aplicados para elementos da natureza como a biodiversidade, patrimônio paisagístico, áreas de proteção ambiental, áreas de lazer, ou qualquer outra situação na qual não existam valores financeiros (MATTOS, 2006).

No enfoque indireto, os benefícios não são passíveis de valoração, nem mesmo de maneira indireta. Sendo assim, a valoração é realizada através do julgamento das pessoas, ou seja, baseada em avaliações subjetivas a respeito do comportamento do mercado ou pela construção de mercados hipotéticos. Mesmo que sejam quase sempre subestimadas, já que captam apenas valores de uso dos recursos ambientais, as estimativas são suficientes para viabilizar, por exemplo, o uso sustentável de um ambiente (HILDEBRAND et al., 2002).

Cada método de valoração apresenta suas limitações na captação dos diferentes tipos de valores do recurso ambiental. Não há como comprovar a eficiência de um em relação a outro, mesmo porque não há como precisar o real valor de um recurso ambiental. A escolha correta deverá considerar, entre outras coisas, o objetivo da valoração, a eficiência do método para o caso específico e as informações disponíveis para o estudo. Depende também das limitações financeiras da pesquisa. Alguns métodos são demasiadamente onerosos, pois envolvem extensas pesquisas de campo e análises rigorosas das informações que só podem ser feitas com a contratação de técnicos especializados (MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004).

Neste trabalho, são analisados os métodos de valoração classificados como métodos da função de produção e métodos da função de demanda.

2.6.1.1 Métodos de Função de Produção

Este método é uma das técnicas de valoração mais simples e, por isso, largamente utilizada. Através deste método, observa-se o valor do recurso ambiental pela sua contribuição como insumo ou fator na produção de outro produto industrializado. Ou seja, verifica-se o impacto do uso do recurso ambiental em uma atividade econômica.

O método de função de produção é empregado quando é possível obter preços de mercado para a variação do produto industrializado ou de seus substitutos. São reconhecidas duas variantes: método da produtividade marginal e método dos bens substitutos.

Para Motta (1997, p.13):

Se o recurso ambiental é um insumo ou um substituto de um bem ou serviço privado, estes métodos utilizam-se de preços de mercado deste bem ou serviço privado para estimar o valor econômico do recurso ambiental. Assim, os benefícios ou custos ambientais das variações de disponibilidade destes recursos ambientais para a sociedade podem ser estimados. Com base nos preços destes recursos privados, geralmente admitindo que não se alteram frente a estas variações, estimam-se indiretamente os valores econômicos (preços-sombra) dos recursos ambientais cuja variação de disponibilidade está sendo analisada. O benefício (ou custo) da variação da disponibilidade do recurso ambiental é dado pelo produto da quantidade variada do recurso vezes o seu valor econômico estimado. Por exemplo, a perda de nutrientes do solo causada por desmatamento pode afetar a produtividade agrícola. Ou a redução do nível de sedimentação numa bacia, por conta de um projeto de revegetação, pode aumentar a vida útil de uma hidrolétrica e sua produtividade.

Para facilitar o entendimento das premissas do método com base em função de produção, pode-se observar através da construção analítica representada pela expressão a seguir que, em uma função de produção $Y = f(X, R)$, onde Y corresponde aos insumos privados e R aos recursos ambientais com preço igual a zero, calcula-se a variação do produto P em razão da variação da quantidade do recurso ambiental R utilizada para produzir P.

Conforme Debeux (1998), “a adoção deste método depende da possibilidade de obtenção dos preços de mercado para variações na quantidade do produto P, ou de produtos substitutos S, que serão analisados”.

2.6.1.1.1 Produtividade Marginal

O método de produtividade marginal atribui um valor ao uso da biodiversidade, relacionando diretamente a quantidade ou qualidade de um recurso ambiental à produção de outro produto com preço definido no mercado. O papel do recurso ambiental no processo produtivo será representado por uma função dose- resposta, que relaciona o nível de provisão do recurso ambiental ao nível de produção respectivo do produto no mercado. Esta função irá mensurar o impacto no sistema produtivo, e a partir da variação gerada, estima-se o valor econômico de uso do recurso ambiental. Para isso, assume-se que o bem ou serviço ambiental gerado por um recurso natural é conhecido, e que o valor econômico do mesmo representa apenas valores de uso diretos ou indiretos relativo à sua utilização na produção (SILVA, 2003).

Como exemplo de função dose-resposta, pode-se citar o nível de contaminação da água representando a dose de poluição, e a queda da qualidade dos rios e a consequente diminuição da produção pesqueira representando a resposta. Dose também pode ser o número de predadores naturais das pragas que prejudicam uma produção agrícola, cuja queda terá como resposta a diminuição da produtividade agrícola.

Pearce (1993 *apud* NOGUEIRA, MEDEIROS, ARRUDA, 2000, p. 95) explica o método dose-resposta através do exemplo de uma cultura agrícola, e esclarece os dois passos básicos para a utilização dessa metodologia. O primeiro consiste em uma análise e elaboração da função dos danos gerados, relacionada à resposta do meio ambiente aos danos. A segunda etapa consiste na elaboração de um modelo ou padrão econômico que seja capaz de mensurar o impacto financeiro que essa “dose” terá, para assim possibilitar a elaboração de uma “resposta” adequada e personalizada à mesma. A grande quantidade de variáveis presentes nessa análise, juntamente com possíveis incertezas geradas pela complexidade da relação dose-resposta, são dificuldades existentes para a utilização dessa metodologia.

É importante ressaltar que o método de produtividade marginal acaba avaliando apenas uma parcela dos benefícios ambientais, e os valores tendem a ser subestimados. A função de produção capta somente valores de uso direto e indireto do recurso ambiental. Valores de opção e valores de existência, como a preservação das espécies, não fazem parte das estimativas (SILVA, 2003).

2.6.1.1.2 Método dos Bens Substitutos

Muitas vezes não é possível obter diretamente o preço de um produto afetado por uma alteração ambiental, sendo necessário estimá-los por algum substituto existente no mercado.

A metodologia de mercado de bens substitutos parte do princípio de que a perda de qualidade ou escassez do bem ou serviço ambiental irá aumentar a procura por suplentes na tentativa de manter o mesmo nível de bem estar da população, mesmo que seja muito difícil encontrar na natureza um recurso que substitua com perfeição os benefícios gerados por outro (SILVA, 2003).

Em geral, as estimativas também são subdimensionadas, pois tendem a considerar apenas os valores de uso direto e indireto dos recursos ambientais. Tanto valores de opção quanto valores de existência, como o da preservação das espécies em seus habitats naturais, não fazem parte da estimativa dos benefícios gerados pelo recurso ambiental, já que se referem a atributos insubstituíveis. A eficácia das estimativas dependerá, sobretudo, do objetivo da pesquisa, sendo muitas vezes suficientes para garantir, por exemplo, o uso sustentável de um recurso natural ou para evitar políticas de impactos ambientais.

Por meio da expressão $\frac{dR}{dS}$, se R tem em S seu substituto perfeito, a função de produção pode ser demonstrada em $P = f(R, S)$, onde a perda de uma unidade de R pode ser compensada por uma quantidade constante de S. Sendo P constante, uma unidade a menos de R será compensada por uma quantidade a mais de S e a variação de R passa a ser valorada pelo preço de mercado de S. A variável P, sendo um bem ou serviço ambiental sem preço de mercado, poderia ser substituído por S, se não houvesse função de produção ou dose-resposta a disposição (MOTTA, 1997).

Existem quatro técnicas derivadas do mercado de bens substitutos bastante conhecidas e de fácil aplicação. São elas: custos evitados, custos de controle, custos de reposição e custos de oportunidade.

2.6.1.1.2.1 Custos Evitados

Os custos evitados são muito utilizados em estudos de mortalidade e morbidade humana. O método estima o valor de um recurso ambiental através dos gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares, que podem ser consideradas uma aproximação monetária sobre as mudanças destes atributos ambientais. As estimativas dos custos evitados tendem a ser subestimadas, pois desconsideram uma série de fatores, como a existência de um comportamento altruísta do indivíduo ao estimar o valor dado à vida ou à saúde alheia, além da falta de informação sobre os reais benefícios do bem ou serviço ambiental (SILVA, 2003).

Pode-se utilizar como exemplo os gastos com aquisição de insumos químicos para o tratamento de águas quando há despejos de esgotos em corpos d'água utilizados para

abastecimento, ou os gastos da população com reposição de bens danificados por enchentes provocadas por assoreamento, principalmente devido a desmatamentos nas margens dos rios.

2.6.1.1.2.2 Custos de Controle

Custos de controle representam os gastos necessários para evitar a variação do bem ambiental e garantir a qualidade dos benefícios gerados à população. É o caso dos gastos com tratamentos de esgoto para evitar a poluição dos rios e com sistemas de controle de emissão de poluentes de uma indústria para evitar a contaminação da atmosfera.

Por limitar o consumo presente do capital natural, o controle da degradação contribui para manter um nível sustentável de exploração, permitindo o aproveitamento dos recursos naturais pelas gerações futuras. Entretanto, a estimação dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação é uma grande dificuldade na aplicação deste método (SILVA, 2003).

Ainda de acordo com Silva (2003), os investimentos de controle ambiental tendem a gerar benefícios diversos, sendo necessário um estudo muito rigoroso para determinação de todos estes. Como não há também um consenso quanto ao nível adequado de sustentabilidade, as pessoas encontram sérias dificuldades para ajustar os custos aos benefícios marginais e determinar o nível ótimo de provisão do recurso natural.

2.6.1.1.2.3 Custo de Reposição

No custo de reposição, a estimativa dos benefícios gerados por um recurso ambiental é dada pelos gastos necessários para reposição ou reparação após o mesmo ser danificado. É o caso do reflorestamento em áreas desmatadas e da fertilização para manutenção da produtividade agrícola em áreas onde o solo foi degradado.

Como afirma Pearce (1993 *apud* NOGUEIRA, MEDEIROS, ARRUDA, 2000, p. 95), o método é frequentemente utilizado como medida do dano causado, sendo comum a estimativa do custo de restauração do ambiente danificado após ocorrência do prejuízo. Tais estimativas baseiam-se em preços de mercado, partindo do pressuposto que o recurso ambiental possa ser devidamente substituído. Uma das desvantagens do método é que, por maiores que sejam os gastos envolvidos na reposição, nem todas as complexas propriedades de um atributo ambiental serão repostas pela simples substituição do mesmo, o que tende a uma subestimativa dos valores. Os reflorestamentos estão longe de recuperar toda a

biodiversidade existente em uma floresta nativa, assim como a adubação química jamais irá repor integralmente toda fertilidade do solo que levou milhões de anos para se constituir.

Custo de reposição, portanto, é quando o custo de S em uma função de produção, representa os gastos realizados pelo consumidor para garantir o nível desejado de P ou R, como por exemplo, custos de construção de muros de contenção de encostas para evitar desabamentos provocados por desmatamentos (MOTTA, 1997).

2.6.1.1.2.4 Custos de Oportunidade

Embora desejável do ponto de vista ambiental, a preservação gera um custo social e econômico que deve ser compartilhado entre os diversos agentes que usufruem dos benefícios da mesma. Toda conservação traz consigo um custo de oportunidade das atividades econômicas que poderiam estar sendo desenvolvidas naquela área, representando as perdas econômicas da população em virtude das restrições de uso dos recursos ambientais (SILVA, 2003).

No caso de um parque ou reserva florestal com exploração restringida, o custo de oportunidade de sua preservação é dado pelos benefícios de uma possível atividade de exploração de madeira. Por outro lado, os benefícios ecológicos da preservação podem ser expressos pela renda gerada em atividades sustentáveis, como o ecoturismo e a exploração de ervas medicinais.

Alguns cuidados especiais devem ser tomados na estimativa. Atividades insustentáveis irão gerar danos irreversíveis e reduzir a oferta do bem ou serviço ambiental ao longo do tempo, e este fato não pode ser desconsiderado na estimativa dos custos de oportunidade destas explorações (MOTTA, 1997).

2.6.1.2 Métodos de Função de Demanda

Com já demonstrado, os métodos de função de produção analisam casos onde o recurso ambiental está associado à produção de um recurso privado, e geralmente assumem que as variações na oferta do recurso ambiental não alteram os preços de mercado.

Segundo Motta (1997), por outro lado, os métodos de função de demanda, admitem que a variação da disponibilidade do recurso de bens ou serviço ambiental altera o nível de bem-estar das pessoas e, portanto, é possível perceber e identificar a disposição das pessoas a pagar ou aceitar estas variações.

São conhecidas duas variantes deste método: métodos dos bens complementares, que se subdivide em método de preços hedônicos e método do custo de viagem, e o método da valoração contingente.

2.6.1.2.1 Método de Bens Complementares

Da mesma maneira que mercados de bens e serviços privados substitutos a bens e serviços ambientais podem oferecer medidas de valor de uso dos recursos ambientais quando estes representam a produção de um bem de demanda final que não tem preço observável, também mercados de bens e serviços privados complementares a bens e serviços ambientais podem ser utilizados para a mensuração do valor de uso de um recurso ambiental.

Para Motta (1997), bens perfeitamente complementares são aqueles consumidos em proporções constantes entre si. Dessa forma, uma análise que recorra aos mercados destes bens ou serviços privados complementares pode gerar informações sobre a demanda do bem ou serviço ambiental relacionado. Assim, os métodos de mercado de bens complementares são utilizados para estimar o valor dos recursos naturais por intermédio do valor de outros bens e serviços com preço no mercado.

Bens complementares são aqueles consumidos em proporções constantes entre si. Seguindo esta orientação, dada uma função de utilidade $U(X, Q)$, onde Q corresponde ao recurso natural, sem valor de mercado, complementar a X , que representa um vetor de quantidades de bens que estão no mercado. Q influi na demanda de X , e Q pode ser calculado a partir da estimativa da demanda de X para vários níveis de Q (MOTTA, 1997).

Através da fundamentação teórica demonstrada acima, os métodos dos preços hedônicos e do custo de viagem, que compõem o método de mercado de bens complementares podem ser discutidos de forma adequada.

2.6.1.2.1.1 Preços Hedônicos

O método de preços hedônicos estabelece uma relação entre os atributos de um produto e seu preço de mercado. Pode ser aplicado a qualquer tipo de mercadoria, embora seu uso seja mais frequente em preços de propriedades.

A ideia básica do método reside na identificação de atributos ambientais que possam estar associados, permitindo portanto a captação do preço de bens e serviços privados.

Estima-se o valor dos atributos ambientais implícitos no valor de um bem privado por meio de uma função denominada função hedônica de preço (TOLMASQUIM et al., 2000).

Pearce (1993 *apud* NOGUEIRA, MEDEIROS, ARRUDA, 2000, p. 97) afirma que este método tem aplicação apenas nos casos em que essas características possam ser capitalizadas nos preços de residências ou imóveis. Para isso, é necessário obter dados de preços dos imóveis e todas as suas características que sejam relevantes na formação deste preço de mercado, sendo que, dentre estas características, as questões ambientais, como, por exemplo, a poluição atmosférica, devem ser também consideradas.

Diferentes unidades de propriedade terão diferentes níveis de atributos ambientais, como qualidade do ar e a proximidade a um sítio natural. Portanto, se estes atributos são valorados pelo mercado, as diferenças de preços das propriedades devido à diferença de nível dos atributos ambientais devem refletir a disposição a pagar por variações destes atributos.

Este método permite avaliar o preço implícito de um atributo ambiental na formação de um preço observável de um bem composto por meio da função hedônica de preço, utilizada para estimar o valor dos atributos de um ou vários bens e serviços ambientais implícitos no valor de um bem privado. Ao assumir que P é o preço de uma propriedade, a função hedônica de seus atributos ambientais é dada por: $P_i = (a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, R_i)$, onde a_i representam os atributos da propriedade i e R_i é o nível do bem ou serviço ambiental R da propriedade i (MOTTA, 1997).

2.6.1.2.1.2 Custo de Viagem (MCV)

Uma das mais antigas metodologias de valoração econômica é o custo de viagem, muito utilizada para a valoração de patrimônios naturais de visitação pública. O valor do recurso ambiental é determinado pelos gastos dos visitantes com o deslocamento até o local do patrimônio, incluindo transporte, tempo de viagem, taxa de entrada e outros gastos complementares.

Segundo Sousa (2006), os bens de uso coletivo como parques e locais para recreação públicos ou privados afetados por atividades econômicas, por não terem um valor definido no mercado, devem ser valorados de acordo com metodologia que leve em consideração a falta de sua disponibilidade através da demanda. Sendo assim, o método MCV seria o mais indicado. A curva de demanda destas atividades pode ser construída com base nos custos de viagem ao sítio natural, onde o bem ou serviço ambiental é oferecido.

O método estabelece uma função relacionando a taxa de visitação às variáveis de custo de viagem, tempo, taxa de entrada, características socioeconômicas do visitante e outras variáveis que possam explicar a visita ao patrimônio natural. Os dados são obtidos através de questionários aplicados a uma amostra da população no local de visitação. As entrevistas devem respeitar os distintos períodos do ano (verão e inverno, diurno e noturno), evitando um possível viés sazonal na amostra. A taxa de visitação pode ser expressa em número de visitas pela população (por exemplo, visitas para cada mil habitantes), ou visitas por indivíduo num determinado horizonte de tempo (visitas para cada indivíduo durante um ano, por exemplo).

Para fundamentar a demonstração do método do custo de viagem, estima-se a demanda por um sítio natural R com base nos custos realizados pelos usuários de R, para acessar R. O custo de visitação (CV) a um sítio natural específico pode ser considerado a máxima disposição a pagar do usuário pelos serviços ambientais de R. Para se calcular o valor recreacional de um sítio, faz-se uso de procedimentos econométricos. É possível identificar, através de pesquisa de campo por amostragem, os visitantes, frequência e custo de viagem das visitas, idade, endereço residencial, renda, escolaridade, etc. A partir destes dados, pode-se estimar a taxa de visitação $V_1, V_2, \dots, V_n$ de cada zona residencial da amostra, e correlacioná-la em termos estatísticos com os dados de custo médio de viagem de cada zona residencial da amostra e as outras variáveis socioeconômicas (S_n), utilizadas como indicativos das preferências da zona em questão S_i (MOTTA, 1997).

2.6.1.2.2 Valoração Contingente (MVC)

O MVC faz uso de consultas estatísticas à população para captar diretamente os valores individuais de uso e não uso atribuídos a um recurso natural. Simula um mercado hipotético, informando devidamente o entrevistado sobre os atributos do recurso a ser avaliado e interrogando o mesmo sobre sua disposição a pagar (DAP) para prevenir, ou a disposição a receber (DAR) para aceitar uma alteração em sua provisão (SILVA, 2003).

A DAP (ou DAR) é uma maneira de revelar as preferências das pessoas em valores monetários, e a estimativa dos benefícios totais gerados pelo recurso ambiental será dada pela agregação das preferências individuais da população. Pela função

$$V_{ij} = \alpha + \beta_1 Y_i + \beta_2 S_{ij} + \beta_3 E_j$$
, onde, Q_{ij} é o número de visitas, Y_i a renda, S_i os fatores sociais ou outras variáveis explicativas e E_j os parâmetro de qualidade ambiental do bem a ser valorado, obtém-se resultados que, multiplicados pelo total da população, representam o valor econômico total do bem ambiental ou, mais precisamente, da alteração de sua disponibilidade.

Para Debeux (1998), esta técnica é de extrema importância para a análise econômica do meio ambiente, pois é a única que tem potencialmente a capacidade de captar o valor de existência do bem ambiental.

Segundo Motta (1997), todos os métodos analisados até este item discutem sobre a valoração de recursos ambientais baseada em preços de mercado de bens privados cuja produção é afetada pela disponibilidade de bens e serviços ambientais, ou que são substitutos ou complementares a estes bens ou serviços. Ou seja, tais métodos utilizam mercados de recorrência que transacionam bens e serviços privados para derivar preferências associadas ao uso de recursos ambientais. Já com o método da Valoração Contingente busca-se simular cenários cujas características estejam as mais próximas possíveis do existente no mundo real, de modo que as preferências levantadas e reveladas por meio de pesquisas reflitam decisões que os agentes tomariam de fato, caso existisse um mercado para o bem ambiental descrito no cenário hipotético. Tais preferências, do ponto de vista da teoria econômica, devem ser expressas em valores monetários, obtidos através das informações adquiridas nas respostas sobre quanto os indivíduos estariam dispostos a pagar para garantir a melhoria de bem-estar, ou quanto estariam dispostos a aceitar em compensação para suportar uma perda deste.

A grande vantagem do MVC em relação aos outros métodos é ele pode ser aplicado em um espectro de bens ambientais mais amplos. Sua limitação está no fato de captar valores ambientais que indivíduos não entendem, ou mesmo desconhecem. Enquanto algumas partes do ecossistema podem não ser percebidas como geradoras de valor, elas podem, entretanto, ser condição necessária para a existência de outras funções de produção (MOTTA, 1997).

2.6.2 Valoração de Dano Ambiental pelo Método DEPRN

O método de valoração DEPRN foi elaborado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo no intuito de formular um modelo de aplicação prática e adaptada às condições brasileiras de avaliação. O nome recebe as siglas do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, extinto no ano de 2009, e cujas atividades foram incorporadas à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

Este modelo inclui o custo de recuperação do impacto, o valor de exploração dos bens afetados e um conjunto de critérios que são utilizados para qualificar os agravos do dano (KASKANTZIS NETO, 2005).

A metodologia é baseada no uso de tabelas, o que a torna de fácil aplicação. Ainda conforme Kaskantzis Neto (2005, p. 35):

Na primeira tabela estão descritos os critérios de avaliação dos agravos, decorrentes dos impactos, dos componentes ambientais, devendo ser somados para obter o fator de multiplicação, o qual se encontra indicado na segunda tabela. Em seguida, calcula-se o valor de exploração ou de recuperação do *habitat* injuriado, sendo, então, multiplicado pelo citado fator para determinar o valor monetário do dano.

Para o cálculo do valor atribuído a cada exploração, o meio ambiente foi dividido em aspecto, para os quais foram considerados danos e agravos representados por índices numéricos. O somatório destes índices fornece um fator de multiplicação que será utilizado para obtenção de uma estimativa de valoração do dano ambiental em análise, sendo calculada a partir do produto entre o índice e o valor de exploração do bem. No caso de bens que não tenham um valor de mercado estabelecido, o método DEPRN sugere a substituição do valor de exploração por um valor de recuperação dos recursos lesados, o qual deve ser indicado pelo próprio perito (CADORIN, 2011).

A primeira tabela (Tabela 1, Anexo A) a ser utilizada divide o recurso ambiental em seis aspectos, a saber: ar, água, solo/subsolo, fauna, flora e paisagem. Para cada aspecto descrito são considerados dois tipos de danos (um de índice 1,0 e outro de índice 1,5), e para cada tipo de dano são apresentados e qualificados alguns agravos. A definição do tipo de dano e os critérios de qualificação dos agravos são descritos em separado para cada um dos aspectos ambientais, sendo que esta qualificação é feita através de pesos entre uma e três unidades (Anexo B). Assim, ao término da avaliação, cada um dos seis aspectos do recurso ambiental terá um índice numérico conforme a qualificação dada aos agravos. A cada índice numérico é atribuído um valor de acordo com a segunda tabela (Tabela 2, Anexo C) a ser utilizada na aplicação do método, resultando no índice que deve ser aplicado na Equação (2):

$$I_{\text{total}} = \sum I_i \quad I_i = \text{índice de qualificação} \quad [2]$$

O papel do perito neste método é de extrema importância. Ele deve definir durante a perícia do local de crime quais aspectos foram afetados e quais os tipos de danos e agravos incidiram sobre os mesmos. Numa segunda etapa, ele deve analisar tais agravos, e qualificá-los de acordo com a primeira tabela. Assim, o perito obtém um fator de multiplicação a ser utilizado no cálculo da indenização, gerado a partir do somatório dos índices analisados.

O valor de exploração vem a ser o valor de mercado dos bens apropriados ou lesados, objeto da ação civil, como por exemplo o valor de mercado da tora ou da lenha proveniente de um desmatamento irregular, ou ainda, o valor da área da exploração irregular. Também é responsabilidade do perito a definição do valor de exploração, ou a indicação de qual o

método de recuperação mais apropriado para estimar o custo de recuperação, como, por exemplo, controlar poluição atmosférica, recuperar a área desmatada, entre outras.

agravo “Áreas Protegidas” a todos os casos em que houve extração em Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou Unidades de Conservação (UCs), e a todos os seis aspectos ambientais (ar, água, solo/subsolo, fauna, flora e paisagem).

A análise dos laudos e a comparação com o método do DEPRN resultaram em uma análise qualitativa do método de Valoração Ambiental já aplicado pela Polícia Federal de Minas Gerais desde o ano de 2009. O resultado desta análise incita a sugestão de uma complementação ao método já utilizado, a qual pode ser alcançada através da aplicação de modelos já existentes (como o Modelo DEPRN) ou da criação de um modelo próprio para este tipo de crime ambiental no estado de Minas Gerais.

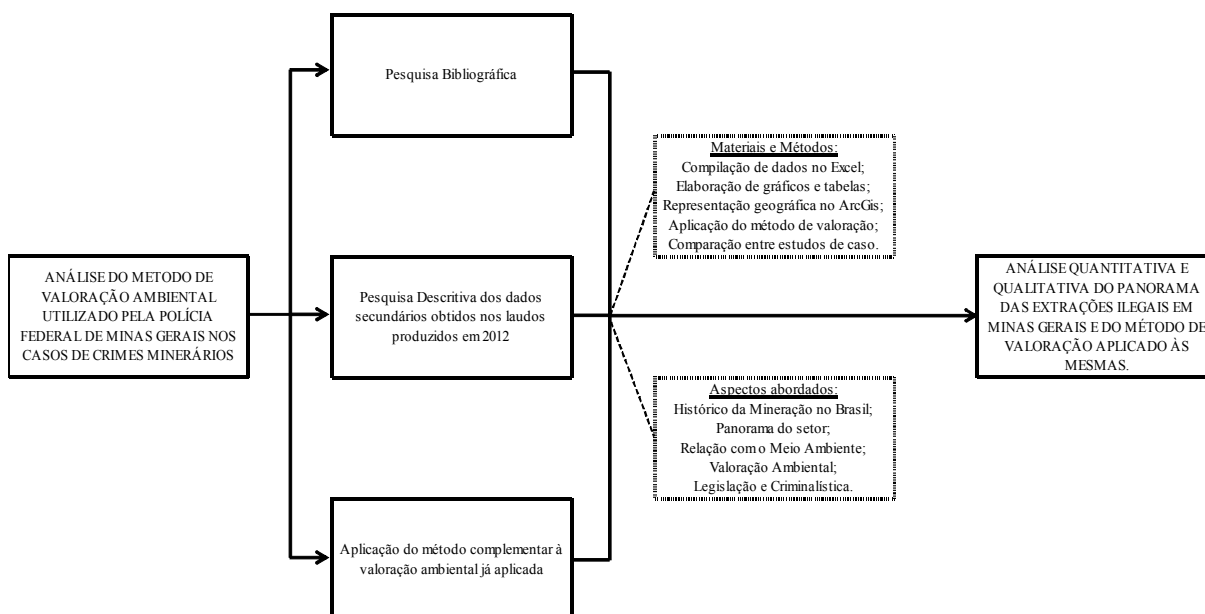


Figura 1 - Roteiro metodológico para análise do método de valoração utilizado pela Polícia Federal em casos de extrações ilegais em Minas Gerais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos laudos produzidos pelo GPEMA no ano de 2012 revela que a ilegalidade das extrações periciadas está relacionada principalmente ao desrespeito das fases dos títulos minerários concedidos pelo DNPM. Apenas 6% dos casos estão em áreas que possuem concessão de lavra por parte do órgão regulador. O restante encontra-se em requerimento ou autorização de pesquisa e licenciamento, fases nas quais não é permitida a extração (salvo exceções definidas na Guia de Utilização). Outro fator que determina a irregularidade das atividades é o desacordo entre substância mineral explorada e substância passível de exploração de acordo com o título minerário, o que ocorre em 15% dos casos criminais periciados pela Polícia Federal.

O Departamento Nacional de Produção Mineral é o órgão responsável por 41% dos pedidos de perícias sobre extração ilegal, seguido pelo Departamento de Polícia Federal (30%) e pela Polícia Militar de Minas Gerais (29%). As investigações resultantes dos pedidos feitos por estes órgãos foram executadas pelos peritos do GPEMA em cinquenta e oito municípios mineiros, os quais estão representados graficamente na figura abaixo, produzida no software *ArcGis*®.

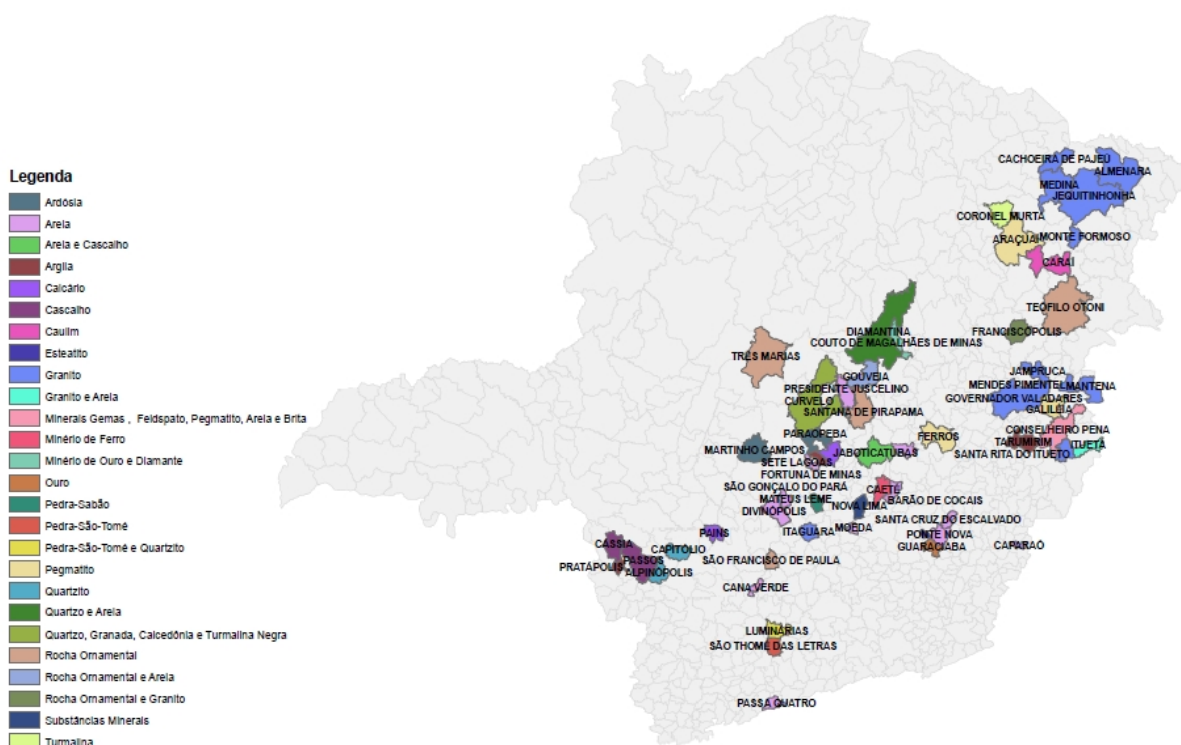


Figura 2 – Distribuição dos casos periciados pela Polícia Federal em 2012 nos municípios de Minas Gerais de acordo com as substâncias minerais extraídas.

Observa-se que foram atingidos todos os biomas presentes em Minas Gerais, sendo que a maioria das extrações incide sobre a Mata Atlântica (57% dos laudos), seguida pelo Cerrado (40%) e Caatinga (1%). Além disso, quase a metade das perícias (49%) aponta que as extrações ilegais são realizadas no interior de algum tipo de Área Protegida. Dentre os quarenta e sete laudos que contém tal informação, 81% envolvem Áreas de Preservação Permanente (APPs) e 19% eram Unidades de Conservação (UCs). O gráfico a seguir retrata as porcentagens de ocorrência de extrações minerais por tipo de Área Protegida.

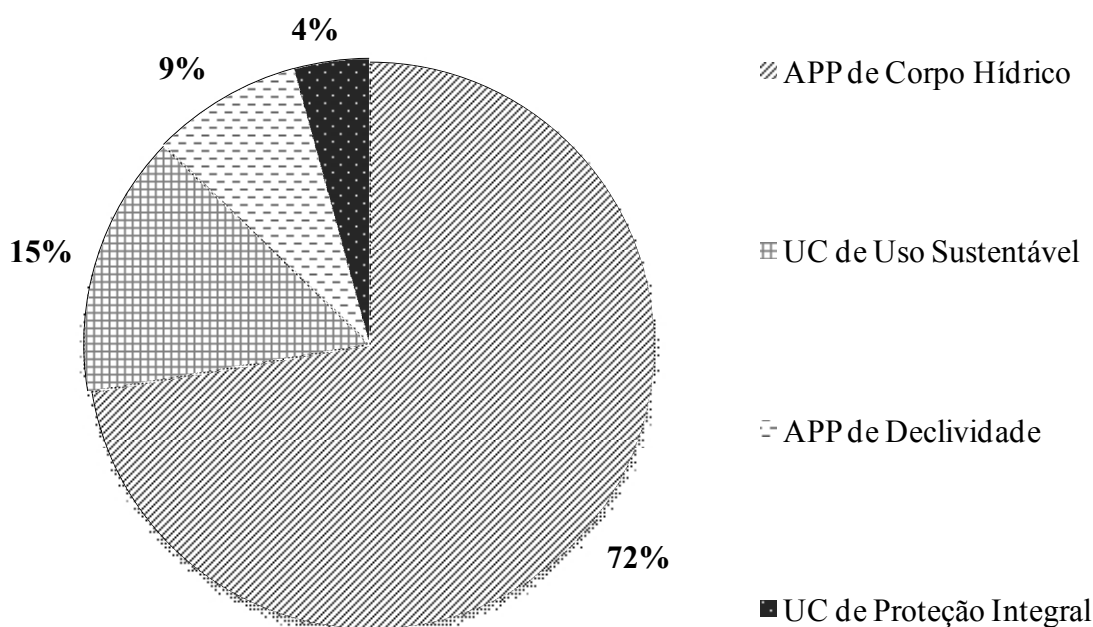


Figura 3 – Gráfico para representação do percentual de ocorrência de extrações ilegais periciadas pelo GPEMA em Áreas Protegidas, divididas de acordo com os tipos de Áreas de Preservação Ambiental e Unidades de Conservação.

Na maioria dos casos, utiliza-se o método de lavra a céu aberto (64% dos laudos), sendo que ainda são detectados o método de lavra subterrânea (11%) e de utilização de draga fluvial para realização da atividade (18%). Quanto ao porte da atividade, as perícias concluem que 55% são feitas de forma mecanizada e 17% de forma manual, além de constatar que em 8% dos casos é feito o uso de explosivos.

A partir dos vestígios encontrados no momento das investigações, os peritos concluem que 64% das extrações estavam inativas ou paralisadas temporariamente, enquanto 28% foram classificadas como em atividade. Somadas, as áreas impactadas por todas estas extrações ilegais compreendem uma extensão de aproximadamente 840 hectares, sendo que a

maior parcela se estabelece em dimensões inferiores a um hectare, como retrata o gráfico abaixo.

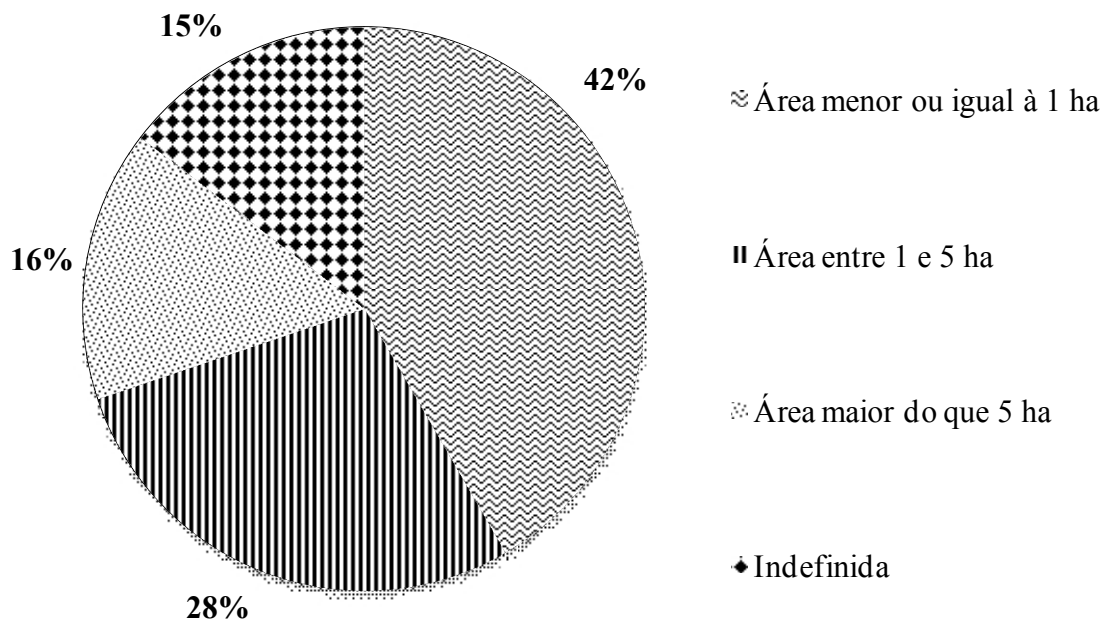
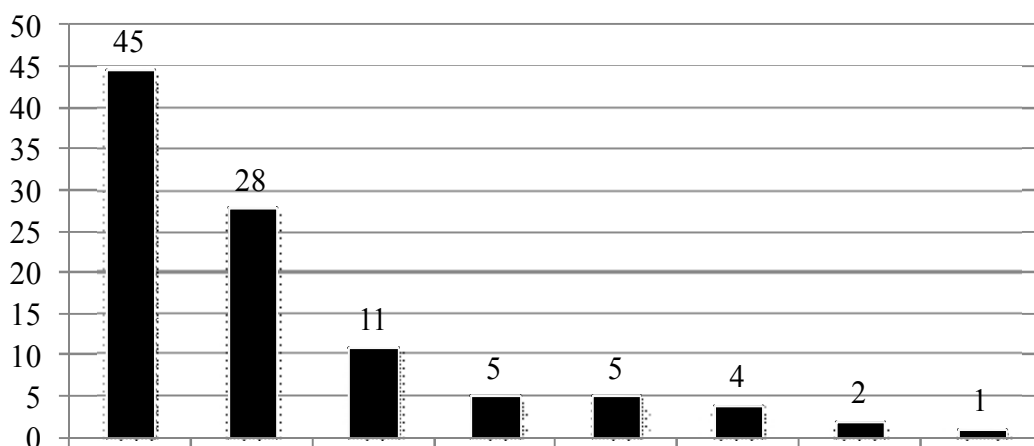


Figura 4 – Gráfico para representação do percentual de ocorrência das extensões (medidas em hectares) de áreas impactadas pelas extrações minerais ilegais periciadas pelo GPEMA.

Areia e granito são as substâncias mais encontradas nas perícias realizadas, representando 23% e 19% dos laudos, respectivamente. O gráfico abaixo retrata o percentual atribuído a cada uso mercadológico atribuído às substâncias minerais extraídas, sendo estes: Revestimento e Ornamentação, Construção Civil, Fabricação de Joias e Artesanato, Cerâmica, Industrial, Ourivesaria, Metalurgia e Não Minerário, a qual engloba os casos em que foi constatada a retirada de material do subsolo, mas não foi possível caracterizá-la como empreendimento minerário propriamente dito (MAYRINK et al. , 2013).



Classes de uso no mercado para as substâncias minerais extraídas

Figura 5 – Gráfico para representação do percentual de ocorrência entre os laudos periciados pelo GPEMA de cada tipo de uso atribuídos às substâncias minerais após a extração ilegal.

A maior parcela dos laudos aponta o Revestimento e Ornamentação como principal classe de uso das substâncias extraídas (45% da totalidade). Essa classe compreende as rochas para revestimento, definidas como rocha natural que, submetida a processos diversos e graus variados de desdobramento e beneficiamento, é utilizada no acabamento de superfícies, especialmente pisos e fachadas, em obras de construção civil, e as rochas para ornamentação, definidas como material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento ou aperfeiçoamento (bruta, aparelhada, apicoada, esculpida ou polida), utilizado para exercer uma função estética (FRASCÁ, 2003).

Nos laudos, são classificadas dessa maneira as ardósias, granitos, quartzitos, quartzos e a categoria genérica “rocha ornamental”, quando não é possível determinar o tipo de material.

Já a classe Construção Civil, presente em 28% dos laudos, compreende materiais granulares, sem forma e volume definidos, de dimensões e propriedades estabelecidas para uso em obras de engenharia civil, ditos agregados para construção civil (LA SERNA, REZENDE, 2009). Nos laudos, classificam-se desta maneira areia, brita, calcário e cascalho.

Quanto à Valoração Ambiental, cinquenta laudos produzidos pelo GPEMA contêm valores calculados através do método de Valor de Uso Direto. Estes casos totalizam um prejuízo de aproximadamente 176,5 milhões de reais aos cofres públicos somente em 2012.

Em quarenta e três destes laudos é possível identificar as variáveis VUD (em reais) e Volume extraído (em metros cúbicos), além da descrição dos danos ambientais causados, divididos nas seguintes categorias: Impedimento de regeneração da vegetação, Supressão da vegetação, Alteração de relevo, Compactação do solo, Erosão do solo, Poluição atmosférica, Remoção da camada fértil do solo, Inundação parcial das cavas e Destruição de nichos faunísticos (MAYRINK et al. , 2013). Os demais laudos utilizam outras unidades de volume (como toneladas ou blocos de material extraído) ou não possuem informações sobre os danos, e por isso optou-se por excluí-los da análise quantitativa da valoração aplicada.

A partir das variáveis identificadas, foi possível calcular o preço de mercado aplicado a cada substância no momento da perícia ambiental (Tabela 3). Para isso, utilizou-se em cada um dos quarenta e três laudos a expressão de cálculo do Valor de Uso Direto (VUD) (Equação 3):

$$VUD = \frac{V \cdot P}{V_{UD}} \quad [3]$$

Tabela 3 – Cálculo do volume total extraído, do montante valorado pelo método VUD e do preço de mercado em reais por metro cúbico de cada substância mineral presente nos laudos produzidos pelo GPEMA.

LAUDO	SUBSTÂNCIA MINERAL EXTRAÍDA	MUNICÍPIO	VOLUME EXTRAÍDO (m³)	VUD (R\$)	PREÇO DE MERCADO (R\$/m³)
1	ARDÓSIA	Paraopeba	5.500	1.053.607,00	191,56
2		Paraopeba	9.744	2.192.400,00	225,00
3		Martinho Campos	146.700	20.570.473,24	140,22
4		Paraobepa	110.788	24.927.300,00	225,00
5		Paraopeba	337.448	64.643.183,00	191,56
Total:		610.180 m³	R\$ 113.386.963,24		
6	AREIA	São Gonçalo do Pará	900	13.500,00	15,00
7		Ponte Nova e Guaraciaba	1.155	17.325,00	15,00
8		Itueta	1.958	45.036,30	23,00
9		Moeda	6.200	93.000,00	15,00
10		Barão de Cocais	12.893	169.928,90	13,18
Total:		23.106 m³	R\$ 338.790,20		
11	ARGILA	Pratápolis	3.895	61.891,55	15,89
12		Pratápolis	4.000	63.560,00	15,89
13		Tarumirim	6.956	180.850,00	26,00
14		Inhaúma	15.665	407.277,00	26,00
Total:		30.516 m³	R\$ 713.578,55		
15	BRITA	Conselheiro Pena	84.280	2.130.501,50	25,28
16	CALCÁRIO	Pains	4.575	132.090,32	28,87
17		Sete Lagoas	184.762	3.695.250,00	20,00

		<i>Total:</i>	<i>188.892 m³</i>	<i>R\$ 3.827.340,32</i>	
18		Cássia	210	2.625,00	12,50
19	CASCALHO	Passos	770	9.625,00	12,50
		<i>Total:</i>	<i>980 m³</i>	<i>R\$ 12.250,00</i>	
20	CAULIM	Carai	24.310	3.418.180,48	140,61
21		Franciscópolis	110	2.047,10	18,61
22		Mantena	1.517	20.441,16	13,47
23		Cachoeira do Pajeú	160	50.400,00	315,00
24		Medina	624	78.540,00	125,87
25		Jequitinhonha	1.200	151.200,00	126,00
26		Itueta	3.314	185.000,00	55,83
27		Jequitinhonha	1.640	206.640,00	126,00
28		Franciscópolis	1.820	229.320,00	126,00
29	GRANITO	Almenara	3.076	387.576,00	126,00
30		Franciscópolis	3.447	434.322,00	126,00
31		Jampruca	3.636	458.199,00	126,02
32		Itueta	1.500	630.000,00	420,00
33		Monte Formoso	5.841	736.260,00	126,05
34		Cachoeira do Pajeú	12.000	1.512.000,00	126,00
35		Governador Valadares	6.900	2.900.000,00	420,29
36		Santa Rita do Itueto	31.000	13.020.000,00	420,00
		<i>Total:</i>	<i>77.785 m³</i>	<i>R\$ 21.001.945,26</i>	
37	QUARTZITO	Capitólio	10.160	201.930,00	19,88
38		Alpinópolis	230	4.571,23	19,87
39		Santana do Pirapama	541	10.752,38	19,88
40		Gouveia	201	26.844,93	133,69
41	ROCHA	Três Marias	2.171	43.148,63	19,88
42	ORNAMENTAL	Santana do Pirapama	740	190.422,80	257,33
43		Franciscópolis	18.237	731.431,36	40,11
		<i>Total:</i>	<i>22.120 m³</i>	<i>R\$ 1.007.171,33</i>	

A partir deste cálculo, é possível perceber que o método do Valor de Uso Direto varia de acordo com o preço de mercado no momento em que o perito realiza o laudo. Essa variação ocorre devido a fatores como a região em que a substância será comercializada, o estado de beneficiamento da rocha, as dimensões das peças, o subtipo da rocha e as questões mercadológicas, que dependem da época do ano e da fase da economia do país.

Para exemplificar os motivos que levam a esta diferença de valor, observa-se o caso do granito. Esta substância mineral é avaliada nos laudos por R\$13,47 até R\$420,00 o metro cúbico, uma variação de mais de 300%. Tal fato pode ser explicado pela existência de uma série de tipos deste material, cada um com um valor distinto. A Secretaria da Fazenda de Minas Gerais determina os valores mínimos de referência para emissão de notas fiscais e base de cálculo de Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação

(ICMS) de algumas mercadorias, como, por exemplo, o granito, cujos valores estão estabelecidos na Portaria Nº 3.478, de 19 de Julho de 2001 e listados na tabela abaixo:

Tabela 4 – Valor atribuído à cada tipo de granito de acordo com a Portaria Nº 3.478 da Secretaria da Fazenda de Minas Gerais.

PRODUTO	UNIDADE	VALOR (R\$)
Acinzentado	m ²	40,00
Amarelo	m ²	80,00
Branco	m ²	115,00
Preto	m ²	115,00
Rosado	m ²	115,00

Fonte: Secretaria da Fazenda de Minas Gerais – Portaria Nº 3.478 de jul 2001.

Observa-se também que método do Valor de Uso Direto não contempla os custos gerados pelos danos ao meio ambiente durante a atividade exploratória. O valor obtido reflete o prejuízo monetário, e não ambiental, a partir de variáveis que independem de análise qualitativa.

É válido ressaltar que cada método de valoração apresenta suas limitações na captação dos diferentes tipos de valores do recurso ambiental. A escolha correta do método mais adequado deverá considerar, entre outras coisas, o objetivo da valoração, a eficiência do método para o caso específico, as informações disponíveis para o estudo e também as limitações financeiras da pesquisa (MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004).

Baseado neste princípio e no objetivo deste estudo de sugerir outros métodos que possam avaliar de forma mais consistente os danos ambientais gerados, optou-se por um método que levasse em consideração os aspectos econômicos e ambientais simultaneamente, e que pudesse ser aplicado às informações contidas nos laudos produzidos pelo GPEMA.

Optou-se então pelo Método Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais de São Paulo (DEPRN), por atender a todos estes pré-requisitos. Destaca-se por sua metodologia simples, abrangente, e que pondera tanto o valor mercadológico da exploração do bem, quanto o valor de recuperação dos recursos lesados. Por isto, este método é aplicado aos quarenta e três laudos produzidos pela Polícia Federal, a fim de se obter uma comparação de valores que demonstrem a variação após a inclusão dos danos ambientais como forma de cálculo para as indenizações de crimes como estes.

As associações entre os danos identificados pelos peritos e os agravos descritos pelo DEPRN necessárias à aplicação do métodos estão descritas no quadro abaixo.

Quadro 4 – Associação entre os danos identificados nos laudos produzidos pelo GPEMA e os agravos listados no método DEPRN.

	ATMOSFERA	ÁGUA	SOLO/SUBSOLO		FAUNA	FLORA	PAISAGEM
Dano identificado nos laudos do GPEMA	Poluição Atmosférica	Inundação parcial das cavas	Compactação do solo; Remoção da camada fértil do solo	Erosão do solo	Destruição de nichos faunísticos	Supressão de vegetação	Alteração do relevo
Descrição e qualificação dos agravos no Método DEPRN	Alteração da qualidade do ar	Alteração da vazão/volume de água	Alteração na capacidade de uso da terra	Dano ao relevo	Alteração dos nichos ecológicos	Favorecimento da erosão	Reversão do dano

Outra ponderação a ser realizada é que, por se tratar de uma pesquisa descritiva baseada em dados secundários, não é possível avaliar de forma precisa os critérios de qualificação dos agravos propostos pelo método DEPRN. Vale destacar que esta metodologia está sendo aplicada após a obtenção dos dados, servindo apenas como forma de comparação entre os resultados obtidos pelo método já aplicado e os resultados caso seja utilizado um método complementar. Para que a qualificação seja feita de forma fidedigna, os peritos devem incluir as análises à metodologia de realização da perícia, qualificando os agravos de acordo com a pontuação indicada no modelo durante a avaliação do local do crime.

Para a aplicação do método aos quarenta e três laudos selecionados entre os produzidos pelo GPEMA no ano de 2012, é feita uma tabela (Tabela 5, Anexo D) contendo todos os agravos identificados e suas respectivas pontuações, de acordo com os critérios de avaliação. No presente trabalho, adotam-se os valores mais baixos de cada classificação devido à falta de informações precisas sobre a amplitude e gravidade real dos impactos, evitando assim a obtenção de valores muito elevados sem a devida comprovação.

Tabela 6 – Definição do Fator de Multiplicação em função do tipo de agravo identificado para cada aspecto ambiental do método DEPRN.

ASPECTO	DESCRIÇÃO DOS AGRAVOS	ÍNDICE DO TIPO DE DANO	QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS	ÍNDICE DE QUALIFICAÇÃO	ÍNDICE NUMÉRICO	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO
Atmosfera	Alteração da qualidade do ar	1,5	Estado de atenção ou péssimo	1,0	1,5	1,6
	Áreas protegidas	1,0	-	-	1,0	
Água	Alteração da vazão/volume de água	1,5	Não significativa	1,0	1,5	1,6
	Áreas protegidas	1,0	-	-	1,0	
Solo/Subsolo	Alteração na capacidade de uso da terra	1,5	Na mesma classe de uso (subclasses)	1,0	1,5	1,6
	Dano ao relevo	1,5	Pequeno risco	1,0	1,5	
	Áreas protegidas	1,0	-	-	1,0	
Fauna	Alteração dos nichos ecológicos	1,5	Suposto	1,0	1,5	1,6
	Áreas protegidas	1,0	-	-	1,0	
Flora	Favorecimento da erosão	1,5	Suposta	1,0	1,5	1,6
	Áreas protegidas	1,0	-	-	1,0	
Paisagem	Reversão do dano	1,5	Baixo custo	1,0	1,5	1,6
	Áreas protegidas	1,0	-	-	1,0	

O fator de multiplicação igual à 1,6 é comum a todos os casos em que o agravo foi identificado pela perícia. Nos laudos em que não há identificação de um ou mais agravos, é atribuído o valor zero para o índice do tipo de dano.

Após obtenção do fator de multiplicação para cada um dos quarenta e três laudos, aplica-se a seguinte expressão para cálculo da indenização, definida no método de DEPRN (Equação 2):

$$I_{\text{total}} = \sum I_{\text{tipo de dano}} \times F_{\text{multiplicação}} \quad [2]$$

No caso das extrações periciadas pela Polícia Federal de Minas Gerais, os valores calculados pelos peritos do GPEMA através do método de Valor de Uso Direto serão inseridos no lugar da variável Valor de Exploração, pois já estão calculados os preços de mercado dos bens apropriados.

Para exemplificar a aplicação da metodologia, foi selecionado um laudo de extração ilegal de Argila, no município de Tarumirim (Laudo 13). Os danos ambientais presentes neste caso estão descritos no quadro tabela abaixo.

Quadro 5– Danos identificados pelos peritos do GPEMA no caso de extração ilegal de argila em Tarumirim, Minas Gerais, associados aos danos e agravos listados no método DEPRN e seus respectivos índices.

ASPECTO AMBIENTAL	DANO IDENTIFICADO NOS LAUDOS	TIPO DE DANO NO MÉTODO DO DEPRN	ÍNDICE DO DANO	DESCRIÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS	CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS	ÍNDICE DOS CRITÉRIOS
Solo/Subsolo	Compactação do solo	Impacto na dinâmica solo e/ou subsolo	1,5	Alteração na capacidade de uso da terra	Na mesma classe de uso (subclasses)	1
Solo/Subsolo	Erosão do solo	Impacto na dinâmica solo e/ou subsolo	1,5	Dano ao relevo	Pequeno risco	1
Fauna	Destruição de nichos faunísticos	Impacto na dinâmica da comunidade	1,5	Alteração dos nichos ecológicos	Suposto	1
Flora	Supressão de vegetação	Dano aos indivíduos	1,0	Favorecimento da erosão	Suposta	1
Paisagem	Alteração do relevo	Dano ao patrimônio cultural, histórico, turístico, arquit., artístico	1,5	Reversão do dano	Baixo custo	1

No caso do Laudo 13 foi constatada a interferência em Área de Preservação Permanente devido à proximidade com um corpo hídrico. Sendo assim, foi acrescentado o agravo Áreas Protegidas (de índice igual à 1) em todos os Aspectos Ambientais.

O fator de multiplicação é calculado através do somatório dos fatores de correção atribuídos a cada aspecto ambiental, os quais estão descritos na tabela abaixo:

Tabela 7 – Cálculo do fator de multiplicação obtido através dos danos identificados no caso de extração ilegal de argila em Tarumirim, Minas Gerais.

Aspecto Ambiental:	ATMOSFERA	ÁGUA	SOLO/ SUBSOLO	FAUNA	FLORA	PAISAGEM
Somatório dos Índices:	1	1	1 + 1,5 + 1,5 = 4	1 + 1,5 = 2,5	1 + 1,5 = 2,5	1 + 1,5 = 2,5
Fator de Correção:	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Logo, o Fator de Multiplicação é igual à 9,6. Este valor é utilizado na Equação (2) para cálculo da indenização, juntamente com o valor de exploração obtido pelo método de Valor de Uso Direto aplicado pelos peritos do GPEMA, um montante de 18.850,00 reais.

$$\tilde{\varphi} \quad \Sigma \quad \tilde{\varphi} \quad \tilde{\varphi} \quad [2]$$

Substituindo os valores para o Laudo 13, temos:

$$\tilde{\varphi} \quad 9,6 \quad 18.850,00 \quad 1.736.160,00$$

O valor calculado para indenização pelo crime de extração ilegal de argila através do método do DEPRN foi de R\$ 1.736.160,00. Os demais valores dos quarenta e três laudos produzidos pelo GPEMA no ano de 2012 estão contidos na tabela a seguir.

Tabela 8 – Comparação entre o somatório dos valores obtidos nos laudos produzidos pelo GPEMA pelo método do VUD e os valores obtidos após a aplicação do método DEPRN por substância mineral extraída.

SUBSTÂNCIA	VUD (R\$)	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO	INDENIZAÇÃO (R\$)
ARDÓSIA	1.053.607,00	9,6	10.114.627,20
	2.192.400,00	6,4	14.031.360,00
	20.570.473,24	1,6	32.912.757,18
	24.927.300,00	1,6	39.883.680,00
	64.643.183,00	4,8	310.287.278,40
<i>Total:</i>	<i>R\$ 113.386.963,24</i>		<i>Total: R\$ 407.229.702,78</i>
AREIA	13.500,00	9,6	129.600,00
	17.325,00	9,6	166.320,00
	45.036,30	4,8	216.174,24
	93.000,00	9,6	892.800,00
	169.928,90	9,6	1.631.317,44
<i>Total:</i>	<i>R\$ 338.790,20</i>		<i>Total: R\$ 3.036.211,68</i>
ARGILA	61.891,55	9,6	594.158,88
	63.560,00	9,6	610.176,00
	180.850,00	9,6	1.736.160,00
	407.277,00	9,6	3.909.859,20
<i>Total:</i>	<i>R\$ 713.578,55</i>		<i>Total: R\$ 6.850.354,08</i>

BRITA	2.130.501,50	4,8	10.226.407,20
CALCÁRIO	132.090,32	6,4	845.378,05
	3.695.250,00	9,6	35.474.400,00
<i>Total:</i>	<i>R\$ 3.827.340,32</i>		<i>Total: R\$ 36.319.778,05</i>
CASCALHO	2.625,00	9,6	25.200,00
	9.625,00	1,6	15.400,00
<i>Total:</i>	<i>R\$ 12.250,00</i>		<i>Total: R\$ 40.600,00</i>
CAULIM	3.418.180,48	9,6	32.814.532,61
GRANITO	2.047,10	3,2	6.550,72
	20.441,16	1,6	32.705,86
	50.400,00	1,6	80.640,00
	78.540,00	9,6	753.984,00
	151.200,00	9,6	1.451.520,00
	185.000,00	1,6	296.000,00
	206.640,00	1,6	330.624,00
	229.320,00	1,6	366.912,00
	387.576,00	1,6	620.121,60
	434.322,00	1,6	694.915,20
	458.199,00	1,6	733.118,40
	630.000,00	3,2	2.016.000,00
	736.260,00	1,6	1.178.016,00
	1.512.000,00	9,6	14.515.200,00
	2.900.000,00	1,6	4.640.000,00
	13.020.000,00	3,2	41.664.000,00
<i>Total:</i>	<i>R\$ 21.001.945,26</i>		<i>Total: R\$ 69.380.307,78</i>
QUARTZITO	201.930,00	6,4	1.292.352,00
ROCHA ORNAMENTAL	4.571,23	3,2	14.627,94
	10.752,38	9,6	103.222,85
	26.844,93	9,6	257.711,33
	43.148,63	9,6	414.226,85
	190.422,80	3,2	609.352,96
	731.431,36	3,2	2.340.580,35
<i>Total:</i>	<i>R\$ 1.007.171,33</i>		<i>Total: R\$ 3.739.722,28</i>
Valor total:	146.038.650,88	Valor total:	570.929.968,45

Galli (1996) desenvolveu um estudo de caso no qual foi aplicado o método DEPRN. Trata-se de uma ação contra uma empresa de empreendimentos imobiliários que desmatou 25 hectares de Mata Atlântica, sem as devidas autorizações ambientais. Para calcular a indenização a ser paga nesta situação, foram analisados vinte e um agravos aos aspectos ambientais, os quais foram classificados com pesos entre um e três unidades. O resultado desta análise resultou em um fator de multiplicação igual a 22,4. A este fator, foi multiplicado o valor de recuperação do dano, baseado no custo por hectare de aplicação de técnicas de reafeição e preparo do solo e recomposição florestal, além da aquisição dos insumos

necessários. Ao final da aplicação do método DEPRN, obteve-se um valor para o dano ambiental na casa dos 1,35 milhões de reais.

Quando comparado ao estudo de caso desenvolvido por Galli (1996), é possível compreender que os valores baixos encontrados para o fator de multiplicação de cada laudo deve-se ao número limitado de agravos analisados e à adoção dos menores pesos destinados à cada um, devido à falta de informações sobre a magnitude dos mesmos. Entretanto, a metodologia aplicada no presente trabalho é beneficiada pelo cálculo prévio do Valor de Exploração, o que evita a necessidade de estimar os custos de recuperação da área impactada, representando possivelmente uma maior precisão no valor obtido.

5. CONCLUSÃO

A análise descritiva dos laudos produzidos no ano de 2012 resultou em um diagnóstico da casuística de crimes ambientais relacionados à extração mineral em Minas Gerais e de aspectos da metodologia utilizada na aplicação da Valoração Ambiental aos laudos de perícia criminal do tema, produzidos pelo Grupo de Perícias em Meio Ambiente da Polícia Federal.

Este diagnóstico evidencia a importância do trabalho dos peritos ambientais, que envolve a avaliação quantitativa e qualitativa dos danos causados ao meio ambiente. A elaboração dos laudos periciais é uma atividade minuciosa, que contempla uma série de informações relevantes ao inquérito do caso retratado. A compilação destas informações presentes nos laudos do ano de 2012 resultou em um panorama na extração ilegal no estado de Minas Gerais, evidenciando que, ao contrário do que possa se esperar, o maior prejuízo não é causado pela extração de ouro ou gemas, e sim de matérias rústicos, utilizados prioritariamente no revestimento e ornamentação na construção civil.

Além disso, observou-se a contribuição real das técnicas de Valoração Ambiental na quantificação dos prejuízos causados pelo mau uso dos bens da União, seja pela extração ilegal de substâncias ou pela degradação dos recursos naturais advindas de sua prática. Em uma análise específica sobre os laudos valorados, constatou-se que apenas no ano de 2012 as minerações ilegais fizeram com que os cofres públicos deixassem de arrecadar mais de 146 milhões de reais, e por isto devem ser combatidas fortemente.

Através do cálculo do preço do metro cúbico das substâncias minerais extraídas, nota-se que o valor das indenizações calculado nos laudos do GPEMA varia de acordo com a situação do mercado minerário no momento da perícia. Em contrapartida, não há nenhum tipo de agravio no valor que dependa da amplitude dos danos ambientais causados.

Neste contexto, a aplicação do método do DEPRN foi eficaz na demonstração de que, quando se absorve os danos ambientais à precificação do prejuízo, há um aumento significativo no montante, e uma maior confiança quanto à representatividade deste valor para as causas ambientais. O total valorado depois da aplicação do método DEPRN em complementação ao já aplicado pela Polícia Federal de Minas Gerais foi aproximadamente quatro vezes maior do que o montante obtido apenas com o método do Valor de Uso Direto.

Sugere-se o desenvolvimento de um método de valoração específico para crimes minerais em Minas Gerais que inclua a análise qualitativa dos danos ambientais, já que ficou comprovado o potencial de montante a ser arrecadado e a importância monetária que estes têm para o Governo e sociedade.

REFERÊNCIAS

ALVES, André Neves. Histórico e importância da mineração no estado. **Rev. do Legislativo**, nº 41, jan/dez, p. 27-32. 2008. Disponível em: <<http://dspace.almg.gov.br/xmlui/bitstream/handle/11037/1589/1589.pdf?sequence=1>> Acesso em: 05 dez de 2014.

ALVES, Francisco. **Rev. Brasil Mineral**. ano XXXI, nº 341, jun, p. 16-29. 2014. Disponível em: < <http://www.flip3d.com.br/web/pub/signus/index.jsp?ipg=126372>> Acesso em: 25 ago. 2014.

BARRETO, Esther Maria. Legislação Ambiental. Lei 7347/85: considerações sobre o instrumento da ação civil pública ambiental na efetividade da proteção ao meio ambiente. **Âmbito Jurídico.com.br**. dez, 2004. Disponível em: < http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=9170#> Acesso em: 01 nov. 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro 1988. 38.ed. atual, São Paulo: Saraiva, 2006. 520 p.

BRASIL. **Decreto-lei nº 1.985, de 29 de março de 1940**. Código de Minas. 1940. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del1985.htm> Acesso em: 21 de dez. 2014.

BRASIL. **Decreto-Lei Nº 227, de 28 de Fevereiro de 1967**. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas). 1967. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm> Acesso em: 21 de dez. 2014.

BRASIL. **Lei Nº 8.982, de 24 de Janeiro de 1995**. Dá nova redação ao art. 1º da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, alterado pela Lei nº 7.312, de 16 de maio de 1985.1995. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8982.htm> Acesso em: 21 de dez 2014.

BRASIL. **Lei Nº 7.805, de 18 de Julho de 1989**. Altera o decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula e dá outras providências. Disponível em:<http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%207.805-1989?OpenDocument> Acesso em: 17 de jan. 2015.

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 1981. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> Acesso em: 21 de jan 2015.

BRASIL. Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990. Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências. (Art. 21, XIX da CF). **Portal da Legislação**: Leis Ordinárias. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8001.htm> Acesso em: 19 dez. 2014.

BRASIL. Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Portal da Legislação:** Leis Ordinárias. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm> Acesso em: 19 dez. 2014.

BRUM, Irineu Antônio Schadach de. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração**. Escola Politécnica. Departamento de Hidráulica e Saneamento. jul. 2000. 22p. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_irineu_a_s_de_brum.pdf> Acesso em: 15 ago. 2014.

CADORIN, Carina Bardini. **Procedimento de perícia ambiental na atividade da rizicultura:** avaliação de impactos ambientais causados pelo uso de defensivos agrícolas na região sul do Estado de Santa Catarina. [Monografia] Especialização em Perícia e Auditoria Ambiental. Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC – SP, ago. 2011, 72p. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/handle/1/1022/Carina%20Bardini%20Cadorin.pdf?sequence=1>> Acesso em: 05 jan. 2015.

CAMARGO, Clóvis Medeiros. **A responsabilidade penal ambiental da pessoa jurídica de direito privado:** uma análise de sua aplicabilidade. 2011. 36p. Disponível em: <http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/direito/graduacao/tcc/tcc2/trabalhos2011_2/clovis_camargo.pdf> Acesso em: 28 dez. 2014.

DEBEUX, Carolina Burle Schmidt. **A valoração econômica como instrumento de gestão ambiental** – o caso da despoluição da Baía de Guanabara. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 1998.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Normas Reguladoras de mineração (NRM)**. 2001. Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/nrm_01.htm> Acesso em: 12 set. 2014.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Informação da Legislação**. Lei nº 8982/95. 1996. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=21>> Acesso em: 12 set. 2014.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Guia do Minerador**. Disponível em: <<http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Guia/indice.php>> Acesso em: 12 set. 2014.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório preparado para o CGEE/PNUD. out. 2002. Disponível em: <https://www.dropbox.com/sh/et4kupgkmywhlmo/AAAzNhJEON5d2hD_prdJyq6Ca/ARTIGOS%20IMPORTANTES/MINERA%C3%87%C3%83O%20E%20MEIO%20AMBIENTE%20NO%20BRASIL.pdf?dl=0> Acesso em: 30 set. 2014.

FERRAN, Axel Paul Noel. A mineração e a flotação no Brasil. Uma perspectiva histórica. **DNPM**. Ministério de Minas e Energia. Brasília: DF. ago. 2007. 141 p.

FRASCÁ, Maria Heloisa Barros de Oliveira. **Estudos experimentais de alteração acelerada em rochas graníticas para revestimento**. [Doutorado] Universidade de São Paulo. Instituto

de Geociências. Graduação em Recursos Minerais e Hifrogeologia. São Paulo. 2003. 264 p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-03052013-150852/pt-br.php>> Acesso em: 09 jan. 2015.

GALLI, Luiz Fernando. Valoração de Danos Ambientais – Subsídio para Ação Civil. Série Divulgação e Informação, 193, Companhia Energética de São Paulo, CESP, São Paulo, 1996. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/115251391/Modelo-de-Valoracao-de-Danos-Ambientais-do-DEPRN#scribd>> Acesso em: 06 jan. 2015.

GOLDFAJN, Ilan. Apesar da prova no cenário internacional, setor deve continuar investindo. Indústria mineral vem apresentando bom desenvolvimento nas últimas décadas. **Rev. Minérios & Minerales**. São Paulo: SP. ago. 2013. Disponível em: <http://www.revistamineros.com.br/Publicacoes/4544/Apesar_da_piora_no_cenario_internacional_setor_deve_continuar_investindo.aspx> Acesso em: 10 dez. 2014.

GUIO, Lidiane Bahiense. Comentários aos regimes de autorização e concessão da exploração mineral. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 17, n. 3136, fev. 2012. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/20987>>. Acesso em: 19 dez. 2014.

GUIO, Lidiane Bahiense. Guia de Utilização: da exceção à regra. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 17, n. 3161, 26 fev. 2012. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/21158>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

HILDEBRAND, Elisabeth; GRAÇA, Luiz Roberto; HOEFLICH, Vítor Afonso. Valoração Contingente na avaliação econômica de áreas verdes urbanas. **Revista Floresta** (1), p. 121-132, 2002. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/304352/1/floresta.pdf>> Acesso em: 14 jan. 2015.

JURAS, Ilidia Martins. Rio + 10 – O plano de ação de Joanesburgo. Consultoria Legislativa. Congresso Nacional. Brasília: DF. nov, 2002. 15p. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/207993.pdf>> Acesso em: 29 out. 2014.

KASKANTZIS NETO, Georges. Desempenho de Modelos de Valoração Econômica de Danos Ambientais Decorrentes da Contaminação do Solo: CATES; VCP; AHE; DEPRN. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, Edição especial, p.31-37, 2005. Disponível em: <https://aplicacao.mpmg.mp.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1007/Desempenho%20de%20modelos_Kaskantzis%20Neto.pdf?sequence=1> Acesso em: 05 jan. 2015.

LA SERNA, Humberto Almeida de; REZENDE, Marcio Marques. Agregados para a construção civil. DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. p. 602-635. 2009. Disponível em: <<http://anepac.org.br/wp/wp-content/uploads/2011/07/DNPM2009.pdf>>. Acessado em: 09 jan. 2015.

MAIA, Alexandre Gori; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastian Philipe. Valoração de Recursos Ambientais – Metodologias e recomendações. Texto para discussão. IE/UNICAMP. Nº 116, mar., 2004. 38 p.

MARQUES, João Fernando. Valoração Ambiental. **Ciências Hoje**. dez, 2005. Disponível em: <<http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=1949&op=all>> Acesso em: 19 set. 2014.

MATTOS, Katty Maria da Costa; MATTOS, Karen Maria da Costa; MATTOS A. Valoração econômica do meio ambiente dentro do contexto do desenvolvimento sustentável. **Rev. Gestão Industrial**, Ponta Grossa, 2005, vol. 01, nº 02, p.248-259. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/91256393/Valoracao-Economica-do-Meio-Ambiente-dentro-do-Contexto-do-Desenvolvimento-Sustentavel#scribd>> Acesso em: 17 jan. 2015.

MAYRINK, Rodrigo Ribeiro *et. al.* Um raio-x da atuação da perícia federal no estado de maior produção mineral do país. **Rev. Perícia Criminal**, ano XIV, nº 31, mai, p. 46-52. 2013. Disponível em: <<http://www.apcf.org.br/Portals/0/revistaAPCF/31.pdf>> Acesso em: 22 jul. 2014.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. IPEA/MMA/PNUD/CNPq. Rio de Janeiro. set. 1997. 254 p. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/manual_20serroa_20motta.pdf> Acesso em: 04 de nov. 2014.

NOGUEIRA, Jorge Madeira; MEDEIROS, Marcelino Antônio Asano de; ARRUDA, Flávia Silva Tavares de. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empirismo? **Cadernos de Ciências e Tecnologia**. Brasília: DF. V. 17, nº 2, mai/ago, p. 81-115, 2000. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/viewFile/8870/4995>> Acesso em: 02 dez. 2014.

ORDEM DE SERVIÇO N.º 148, DE 22 DE MAIO DE 2012. **Secretaria do Estado da Fazenda do Espírito Santo**. 2012. Disponível em: <<http://www.sefaz.es.gov.br/LegislacaoOnline/lpext.dll/InfobaseLegislacaoOnline/ordens%20de%20servi%20E7o/2012/os148%20atualizada.htm?fn=document-frame.htm&f=templates&2.0>> Acessado em 06 jan. 2015.

PACHECO, Celso; ABELHA, Marcelo; ANDRADE, Rosa Maria. **Direito Penal Ambiental**. São Paulo: Ed. Del Rey, 1996.

PAIVA, Marcella Ariane Nunes. A exploração de diamantes em Diamantina: os serviços de mineração e a legislação no período 1830-1860. Associação Natural de História Seção Minas Gerais – ANPUH-MG. XVIII Encontro regional de 24 a 27 de julho. Mariana, MG. 2012. 18p. Disponível em: <http://www.encontro2012.mg.anpuh.org/resources/anais/24/1340743732_ARQUIVO_AexploracaodediamantesemDiamantina.MARCELLA.pdf> Acesso em: 16 jan. 2015.

PEARCE, David. **Economic values and the natural world**. Massachusetts: The MIT Press, 1993. 129p.

PEARCE, David; TURNER, Richmond. **Economics of Natural Resources and Environment**. Londres: Harvester Wheasheaf, 1990.

PEREIRA JÚNIOR, João Charlet. Valoração Econômica Ambiental – Conceitos e Métodos. **Rev. Cidadania e Meio Ambiente**. Eco Debate. Nº 50, jan. p. 15-19. 2014.

PORTARIA Nº 144, DE 03 DE MAIO DE 2007. **DNPM** - Departamento Nacional de Produção Mineral. 2007. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=464>> Acesso em: 07 jan 2015.

SILVA, Olintho Pereira da. A mineração em Minas Gerais: passado, presente e futuro. **Rev. GEONOMOS**. ano 3, vol 1, p. 77-86. 1995.

SILVA, Jerônimo Rodrigue da. **Métodos de Valoração Ambiental**: Uma análise do setor de extração mineral. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SOUSA, Geneci Braz; MOTA, José Aroudo. Valoração econômica de áreas de recreação: o caso do Parque Metropolitano de Pituaçu, Salvador, BA. **Revista de Economia**, Salvador. v. 32, n. 1 (ano 30), jan./jun. 2006, p. 37-55. Editora UFPR. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/economia/article/view/6826>> Acesso em: 25 jan. 2015.

STUMVOLL, Vitor Paulo; QUINTELA, Victor Manoel Dias de Oliveira. Criminalística. In: TOCHETTO, Domingos et al. Tratado de perícias criminalísticas. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1995. Cap. 1, p. 1-53.

TOLMASQUIM, Maurício Tiommo; MOTTA, Ronaldo Seroa; GUIMARÃES, Aline Monteiro. **Métodos de valoração de danos ambientais causados pelo setor elétrico**. Rio de Janeiro: Brasil, UFRJ; COPPE, Programa de Planejamento Energético, 2000. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/catalogo.pdf>> Acesso em: 20 jan. 2015.

TRAUCZYNSKI, Romão Alberto. Perícias criminais em delitos contra a flora no estado de Santa Catarina: diagnóstico, metodologia e perspectiva. Florianópolis, 2013. 139 p. Disponível em: <<file:///C:/Users/user/Downloads/disserta%C3%A7%C3%A3o-rom%C3%A3o-laudos-flora-sc.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2014.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela 1 – Descrição e qualificação dos agravos associados à tipologia do dano e aspectos ambientais estabelecidos no modelo DEPRN

Aspecto	Tipo de Dano	Descrição e Qualificação dos Agravos							
Atmosfera	Impacto causado pela emissão de gases, partículas, agentes biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Proximidade de centros urbanos	Áreas protegidas	Comprometimento do aquífero	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural	
	Impacto na dinâmica atmosférica (x1,5)	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Alteração da qualidade do ar	Previsão de reequilíbrio				
Água	Impactos causados por compostos químicos, físicos, biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Dano ao solo e/ou subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural	
	Impacto na hidrodinâmica (x1,5)	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Alteração da classe do corpo hídrico	Alteração da vazão/volume de água	Previsão de reequilíbrio			
Solo/ Subsolo	Impactos causados por agentes químicos, físicos, biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Assoreamento de corpo hídrico	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural	Objetivando comercialização
	Impacto na dinâmica do solo/subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Alteração da capacidade do uso da terra	Dano ao relevo	Previsão de reequilíbrio			
Fauna	Danos aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Fêmeas	Objetivando comercialização			
	Impacto na dinâmica da comunidade (x1,5)	Importância relativa	Morte ou dano à flora	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio				
Flora	Danos aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Favorecimento da erosão	Dano ao patrimônio ou monumento natural	Objetivando comercialização		
	Impacto na dinâmica da comunidade (x1,5)	Morte ou dano à fauna	Importância relativa	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio				
Paisagem	Danos à paisagem	Áreas e/ou municípios protegidos	Proximidade de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento do solo e/ou subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora	Dano ao patrimônio ou monumento natural
	Danos ao patrimônio cultural, histórico, turístico, arquitetônico, artístico (x1,5)	Proximidade de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento do solo e/ou subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora		

Fonte: GALLI (1996, p. 232).

ANEXO B

CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS

1) AR

Os agravos descritos na linha Impacto na dinâmica atmosférica da Tabela 1 têm os seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada na literatura)

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposta = 1

- Proximidade de centros urbanos

Centro urbano (com população

Centro urbano (com população

- Localização em relação à área protegida (unidades de conservação)

Dentro da área = 2

Sob influência = 1

- Comprometimento do aquífero, decorrente do dano ao ar

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao ar

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao ar

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrente do dano ao ar

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Alteração da qualidade do ar

Estado de emergência = 3

Estado de alerta = 2

Estado de atenção ou péssimo = 1

- Previsão de reequilíbrio (quando não é possível a previsão a curto prazo, utilizar o critério de custo de recuperação ou custo dos equipamentos preventivos, na seguinte ordem: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3).

Curto prazo = 1

Médio prazo = 2

Longo prazo = 3

2) ÁGUA

Os agravos descritos na linha de impacto na hidrodinâmica (alteração do fluxo e/ou vazão) da Tabela 1 têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada na literatura)

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposta = 1

- Comprometimento do aquífero

Comprovado = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

- Localização em relação às áreas protegidas (unidades de conservação)

Dentro = 3

Na mesma bacia hidrográfica a montante = 2

Na mesma bacia hidrográfica a jusante = 1

- Dano ao solo e/ou subsolo, decorrente do dano à água

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à água

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano à água

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrente do dano à água

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Alteração da classe do corpo hídrico (baseado na Resolução do CONAMA)

Comprovado = 3

- Alteração na vazão / volume de água

Significativa = 2

Não significativa = 1

- Previsão de reequilíbrio na condição natural (quando não é possível a previsão a curto prazo, utilizar o critério de custo de recuperação ou custo dos equipamentos preventivos, na seguinte ordem: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)

Curto prazo = 1

Médio prazo = 2

Longo prazo = 3

3) SOLO E SUBSOLO

- Toxicidade da emissão (baseada na literatura)

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposta = 1

- Comprometimento do aquífero, decorrente do dano ao solo/subsolo

Comprovado = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

- Localização em relação às áreas protegidas

Totalmente inserido = 2

Parcialmente inserido = 1

- Assoreamento de corpos hídricos

Grande intensidade = 3

Média intensidade = 2

Pequena intensidade = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao solo/subsolo

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao solo/subsolo

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrente do dano ao solo/subsolo

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Objetivando a comercialização

Atividade principal ou secundária = 1

- Alteração na capacidade de uso da terra

Em mais de uma classe (p/ex: classe 1 para 3) = 3

Em uma classe = 2

Na mesma classe de uso (subclasses) = 1

- Danos ao relevo (alteração da declividade, desmoronamento, etc.)

Ocorrido = 3

Grande risco = 2

Pequeno risco = 1

- Previsão de reequilíbrio na condição natural (caso não haja possibilidade de previsão do prazo, utilizar os critérios de custo de recuperação na seguinte ordem: baixo custo (menor que o da exploração) = 1; médio custo (equivalente ao da exploração) = 2; alto custo (maior que da recuperação) = 3

Curto prazo = 1

Médio prazo = 2

Longo prazo = 3

4) FAUNA

Os agravos descritos na linha de impactos na dinâmica da comunidade da Tabela 1 têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Localização em relação às áreas protegidas

Dentro = 3

No raio de ação do animal = 2

- Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção (Baseada na Portaria do IBAMA N° 1522 de 19/12/89)

Comprovada = 3

Suposta = 2

- Ocorrência de espécies endêmicas

Comprovada = 2

Suposto = 1

- Ocorrência de fêmeas

Prenhas ou ovadas = 3

Comprovada = 2

Suposto = 1

- Objetivando comercialização

Atividade principal = 3

Atividade secundária = 2

- Importância relativa

Espécie que não se reproduz em cativeiro = 3

Espécie que se reproduz em cativeiro = 2

Espécie criada comercialmente = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano à fauna

Comprovado = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

- Alteração nos nichos ecológicos

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

- Previsão de reequilíbrio (natural, caso não haja possibilidade de previsão de prazo, utilizar como critério: outras espécies = 1; espécies endêmicas = 2; espécies ameaçadas = 3)

Longo prazo = 3

Médio prazo = 2

Curto prazo = 1

5) FLORA

Os agravos descritos na linha impacto na dinâmica da comunidade da Tabela 1 têm seus valores multiplicados por 1,5. Para maciços maiores que 0,1ha, deve-se analisar os danos aos indivíduos e a comunidade.

- Localização em relação às áreas protegidas

Totalmente inserido = 3

Parcialmente inserido = 2

- Ocorrências de espécies ameaçadas de extinção (Portaria IBAMA Nº 1522 de 19/12/89)

Comprovada = 3

Suposta = 2

- Ocorrência de espécies endêmicas (baseado em literatura)

Real ocorrência = 3

Suposta ocorrência = 2

- Favorecimento à erosão

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposta = 1

- Dano ao patrimônio cultural histórico, artístico, arqueológico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrente do dano à flora

Comprovado = 2

Suposto = 1

- Objetivando a comercialização

Atividade principal = 2

Atividade secundária = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à flora

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

- Importância relativa. Possibilidade de ocorrência na região de parcela similar qualitativamente e quantitativamente à área degradada (estudar paisagem)

Área 30 vezes maior que a área degradada = 3

Área entre 10 e 30 vezes a área degradada = 2

Área até 10 vezes maior a área degradada = 3

- Alteração nos nichos ecológicos

Comprovada = 3

Fortes indícios = 2

Suposto = 1

- Previsão de reequilíbrio (caso não seja possível a previsão de prazo, analisar o estágio de regeneração: inicial = 1; médio = 2; avançado = 3)

Longo prazo = 3

Médio prazo = 2

Curto prazo = 1

6) PAISAGEM

Os agravos descritos na alínea dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico e turístico (legalmente constituído, tombado pelo CONDEPHAAT ou SPHAN), da Tabela 1 têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Localização em relação à área ou município protegidos (unidade de conservação)

Dentro = 3

- Proximidade de centros urbanos

Centro urbano com população $\geq$ a 60.000 hab, distante até 10km = 3

Centro urbano com população $\geq$ a 60.000 hab, distante até 25km = 2

Centro urbano com população $\geq$ a 60.000 hab, distante até 50km = 1

- Reversão do dano

Alto custo = 3

Médio custo = 2

Baixo custo = 1

- Comprometimento do aquífero (estudar o aspecto água)

Diretamente relacionado = 2

Não diretamente relacionado = 1

- Comprometimento do solo / subsolo (estudar o aspecto solo/subsolo)

Diretamente relacionado = 2

Não diretamente relacionado = 1

- Morte ou dano à fauna (estudar o aspecto fauna)

Diretamente relacionado = 2

Não diretamente relacionado = 1

- Morte ou dano à flora (estudar o aspecto flora)

Diretamente relacionado = 2

Não diretamente relacionado = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arqueológico e turístico, e/ou cultural

Tombado pelo CONDEPHAAT = 2

Não tombado = 1

ANEXO C

Tabela 2 – Índices de qualificação dos agravos

Aspecto Ambiental	Intervalo do Índice Numérico correspondente à Qualificação dos Agravos				
Ar	$\leq 6,8$	$\leq 13,6$	$\leq 20,4$	$\leq 27,2$	$\leq 34,0$
Água	$\leq 7,2$	$\leq 14,4$	$\leq 21,6$	$\leq 28,8$	$\leq 36,0$
Solo/Subsolo	$\leq 7,5$	$\leq 15,0$	$\leq 22,5$	$\leq 30,0$	$\leq 37,5$
Fauna	$\leq 6,4$	$\leq 12,8$	$\leq 19,2$	$\leq 25,6$	$\leq 32,0$
Flora	$\leq 6,6$	$\leq 13,2$	$\leq 19,8$	$\leq 26,4$	$\leq 33,0$
Paisagem	$\leq 8,0$	$\leq 16,0$	$\leq 24,0$	$\leq 32,0$	$\leq 40,0$
Fator de Multiplicação	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6

Fonte: GALLI (1996, p. 233).

ANEXO D

Tabela 5 – Aplicação do método DEPRN aos laudos do GPMA de 2012

Dano Laudos	Atmosfera				Água				Solo/Sub-solo				
	Áreas Protegidas	Alteração de qualidade do ar (x1,5)	TOTAL	FATOR DE CORREÇÃO	Áreas Protegidas	Alteração de Vazão/Volum e de Água (x1,5)	TOTAL	FATOR DE CORREÇÃO	Áreas Protegidas	Alterações da capacidade de uso da terra (x1,5)	Dano ao relevo (x1,5)	TOTAL	FATOR DE CORREÇÃO
1	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	0	1	1,6
2	0	1,5	1,5	1,6	0	1,5	1,5	1,6	0	1,5	0	1,5	1,6
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6	0	1,5	0	1,5	1,6
6	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	0	1	1,6
7	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	0	1	1,6
8	0	1,5	1,5	1,6	0	0	0	0	0	1,5	0	1,5	1,6
9	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	1,5	4	1,6
10	1	1,5	2,5	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	0	2,5	1,6
11	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6	1	1,5	0	2,5	1,6
12	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	0	1	1,6
13	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	1,5	4	1,6
14	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	0	1	1,6
15	0	1,5	1,5	1,6	0	0	0	0	0	1,5	0	1,5	1,6
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	3	1,6
17	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	0	1	1,6
18	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	0	1	1,6
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	0	2,5	1,6
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	1,5	1,6
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	0	1	1,6
25	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	0	1	1,6
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	1,5	1,5	1,6	0	0	0	0	0	1,5	0	1,5	1,6
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	1	1,5	2,5	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	0	2,5	1,6
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	3	1,6
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	1,5	1,6
39	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	0	2,5	1,6
40	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	0	2,5	1,6
41	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	0	2,5	1,6
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	1,5	1,6
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	1,5	1,6

ANEXO D - CONTINUAÇÃO

Tabela 5 – Aplicação do método DEPRN aos laudos do GPEMA de 2012

Dano Laudos	Fauna				Flora				Paisagem			
	Áreas Protegidas	Alteração dos nichos ecológicos (x1,5)	TOTAL	FATOR DE CORREÇÃO	Áreas Protegidas	Favorecimento da Erosão	TOTAL	FATOR DE CORREÇÃO	Áreas e/ou municípios protegidos	Reversão do dano (x1,5)	TOTAL	FATOR DE CORREÇÃO
1	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
6	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6
7	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
9	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
10	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
11	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
12	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
13	1	1,5	2,5	1,6	1	1	2	1,6	1	1,5	2,5	1,6
14	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
16	0	1,5	1,5	1,6	0	1	1	1,6	0	1,5	1,5	1,6
17	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
18	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
20	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
24	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
25	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
34	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
37	0	1,5	1,5	1,6	0	1	1	1,6	0	1,5	1,5	1,6
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
39	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
40	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
41	1	0	1	1,6	1	0	1	1,6	1	1,5	2,5	1,6
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	1,6

ANEXO D - CONTINUAÇÃO

Tabela 5 – Aplicação do método DEPRN aos laudos do GPMA de 2012

Dano Laudos	FATOR TOTAL DE CORREÇÃO	VUD	VALOR COM A APLICAÇÃO DO DEPRN
1	9,6	R\$ 1.053.607,00	R\$ 10.114.627,20
2	6,4	R\$ 2.192.400,00	R\$ 14.031.360,00
3	1,6	R\$ 20.570.473,24	R\$ 32.912.757,18
4	1,6	R\$ 24.927.300,00	R\$ 39.883.680,00
5	4,8	R\$ 64.643.183,00	R\$ 310.287.278,40
6	9,6	R\$ 13.500,00	R\$ 129.600,00
7	9,6	R\$ 17.325,00	R\$ 166.320,00
8	4,8	R\$ 45.036,30	R\$ 216.174,24
9	9,6	R\$ 93.000,00	R\$ 892.800,00
10	9,6	R\$ 169.928,90	R\$ 1.631.317,44
11	9,6	R\$ 61.891,55	R\$ 594.158,88
12	9,6	R\$ 63.560,00	R\$ 610.176,00
13	9,6	R\$ 180.850,00	R\$ 1.736.160,00
14	9,6	R\$ 407.277,00	R\$ 3.909.859,20
15	4,8	R\$ 2.130.501,50	R\$ 10.226.407,20
16	6,4	R\$ 132.090,32	R\$ 845.378,05
17	9,6	R\$ 3.695.250,00	R\$ 35.474.400,00
18	9,6	R\$ 2.625,00	R\$ 25.200,00
19	1,6	R\$ 9.625,00	R\$ 15.400,00
20	9,6	R\$ 3.418.180,48	R\$ 32.814.532,61
21	3,2	R\$ 2.047,10	R\$ 6.550,72
22	1,6	R\$ 20.441,16	R\$ 32.705,86
23	1,6	R\$ 50.400,00	R\$ 80.640,00
24	9,6	R\$ 78.540,00	R\$ 753.984,00
25	9,6	R\$ 151.200,00	R\$ 1.451.520,00
26	1,6	R\$ 185.000,00	R\$ 296.000,00
27	1,6	R\$ 206.640,00	R\$ 330.624,00
28	1,6	R\$ 229.320,00	R\$ 366.912,00
29	1,6	R\$ 387.576,00	R\$ 620.121,60
30	1,6	R\$ 434.322,00	R\$ 694.915,20
31	1,6	R\$ 458.199,00	R\$ 733.118,40
32	3,2	R\$ 630.000,00	R\$ 2.016.000,00
33	1,6	R\$ 736.260,00	R\$ 1.178.016,00
34	9,6	R\$ 1.512.000,00	R\$ 14.515.200,00
35	1,6	R\$ 2.900.000,00	R\$ 4.640.000,00
36	3,2	R\$ 13.020.000,00	R\$ 41.664.000,00
37	6,4	R\$ 201.930,00	R\$ 1.292.352,00
38	3,2	R\$ 4.571,23	R\$ 14.627,94
39	9,6	R\$ 10.752,38	R\$ 103.222,85
40	9,6	R\$ 26.844,93	R\$ 257.711,33
41	9,6	R\$ 43.148,63	R\$ 414.226,85
42	3,2	R\$ 190.422,80	R\$ 609.352,96
43	3,2	R\$ 731.431,36	R\$ 2.340.580,35