

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE DIREITO PÚBLICO E DE FILOSOFIA DO DIREITO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO DE DIREITO AMBIENTAL NACIONAL E
INTERNACIONAL

Cristiano Corrêa Weber

A MINERAÇÃO DE CARVÃO MINERAL NO RIO GRANDE DO SUL E A
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DEGRADADAS

Porto Alegre
2014

CRISTIANO CORRÊA WEBER

A MINERAÇÃO DE CARVÃO MINERAL NO RIO GRANDE DO SUL E A
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DEGRADADAS

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção de grau de Especialista em Direito Ambiental Nacional e Internacional pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Direito da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Annelise Steigleder
Coorientador: Prof. Dr. Eladio Lecey

Porto Alegre
2014

CRISTIANO CORRÊA WEBER

A MINERAÇÃO DE CARVÃO MINERAL NO RIO GRANDE DO SUL E A
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DEGRADADAS

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção de grau de Especialista em Direito Ambiental Nacional e Internacional pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Direito da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovada em de de 2014.

BANCA EXAMINADORA:

Professora Annelise Steigleder
Orientador

Professor Doutor Eladio Lecey
Coorientador

AGRADECIMENTOS

O término da redação de uma monografia é, sem dúvida, um momento muito especial na vida de qualquer pessoa. A monografia é a materialização do tempo investido em conhecimento. Esse momento representa o desfecho bem sucedido de uma caminhada em busca do crescimento intelectual e profissional.

Talvez o fato mais surpreendente deste tipo de caminhada é que, durante todo o trajeto, nunca estamos sozinhos. Temos nossos companheiros, filhos, pais, amigos, orientadores, coordenadores do curso, professores, secretários, bibliotecários e todas as pessoas mais que possamos elencar contribuindo, de alguma maneira, ainda que da mais singela, para que o caminho se torne mais interessante, mais aprazível e enriquecedor.

Com a turma de 2013 do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Direito Ambiental Nacional e Internacional, a estória não foi diferente. Tive a enorme felicidade de ser um dos alunos dessa turma e de estar, agora, concluindo a minha monografia. Tive excelentes colegas com os quais dividi minhas dúvidas e conhecimentos. Aprendi muito e fiz ótimos amigos. Muito obrigado é o que lhes digo meus caros colegas.

Aos Coordenadores, Profa. Dra. Claudia Lima Marques, Prof. Dr. José Alcebíades de Oliveira Junior, Profa. Sílvia Cappelli e Prof. Eladio Lecey agradeço enormemente pela habilidosa condução deste curso e por trabalharem incansavelmente na melhoria de sua qualidade. Conteí com uma excelente estrutura, com professores renomados e com o apoio necessário para que eu esteja concluindo mais essa etapa tão importante de minha vida pessoal e profissional. Ser-lhes-ei sempre muito grato.

Dentre professores tão qualificados, tive a felicidade de ser orientado pela Profa. Annelise Monteiro Steigleder. Mesmo com sua rotina atribulada, a Profa. Annelise esteve sempre disponível, participando ativamente desde a etapa de planejamento desta monografia. Aprendi muito através de suas orientações e demais contribuições. Obrigado por compartilhar seu conhecimento comigo.

Às queridas Ades Sanchez e Heidy Hofmann que foram sempre incansáveis em disponibilizar todas as informações e recursos necessários ao bom andamento do curso. Sempre prestativas e amigáveis, estiveram ao lado dos alunos e professores. Agradeço-lhes por todo o apoio.

Ao amigo e historiador, Alexsandro Witkowski, agradeço a gentileza e presteza ao me disponibilizar as informações e dados históricos acerca da exploração do carvão mineral no Rio Grande do Sul.

À COPELMI Mineração Ltda, agradeço pela disponibilização de todos os recursos que foram necessários à realização dessa pesquisa. A empresa, prontamente, acreditou na importância do projeto e autorizou que todas as suas informações a respeito de suas operações e desempenho ambiental nas áreas de gestão e de recuperação ambiental fossem aqui publicados.

Aos meus pais e aos meus sogros, agradeço por estarem sempre apoiando a mim e a minha família e tornando possível que a minha caminhada chegasse até aqui. Vocês abdicaram de muitas horas de seu próprio descanso e de seus compromissos para estarem com meus filhos enquanto eu não pude me fazer presente. Tenho muito a agradecer-lhes e este espaço não seria grande o suficiente para tanto. Assim sendo, resumirei com um simples, porém carinhoso, muito obrigado.

À minha esposa, Fernanda, e aos meus filhos, Lucas, Gabriel e Cecília, dedico este trabalho. Estive ausente do fundamental convívio com vocês quatro, minha família. O suporte que me deram através da compreensão, das palavras de motivação e dos incríveis momentos de felicidade conduziu meus passos de modo que eu não me desviasse de meu objetivo. Sou muito feliz em tê-los ao meu lado.

Estes são meus agradecimentos.

RESUMO

A exploração do carvão mineral, no Rio Grande do Sul, iniciou com a instalação da companhia inglesa *The Imperial Brazilian Collieries C. Limited* em 1872. A essa época, não existiam requisitos ambientais aplicáveis às atividades produtivas, logo a exploração mineral, assim como qualquer outra atividade econômica, era realizada considerando variáveis econômicas exclusivamente. O resultado dessa visão utilitarista do meio ambiente foi a ocorrência de impactos socioambientais como a degradação da qualidade ambiental oriunda da atividade mineira. Os danos ambientais da mineração de carvão em SC, registrados através da ação civil pública decorrente do processo 93.8000533-4, são um exemplo disso. Tal realidade passa a mudar a partir de 1972 com a Convenção de Estocolmo e seus desdobramentos até o surgimento do princípio do poluidor-pagador. Esse princípio do Direito Ambiental tem como fundamento a internalização dos custos socioambientais decorrentes da atividade produtiva. Ele desdobrou-se em legislações que tornaram obrigatória a reparação dos danos pelo empreendedor como se pode verificar, especificamente para o caso da mineração, no §2º do artigo 225 da Constituição Federal de 1988. Sendo assim, este trabalho avaliou se o fortalecimento da legislação ambiental brasileira atribuiu eficácia à recuperação de áreas degradadas e reduziu a formação de passivos ambientais provenientes da mineração de carvão no Rio Grande do Sul. Para tanto, foi realizado um estudo de caso que teve como foco as atividades de mineração de carvão e de recuperação ambiental realizados pela COPELMI Mineração Ltda no RS. A pesquisa demonstrou que a COPELMI alterou suas operações mineiras a partir do fortalecimento do marco legal, ou seja, da década de 80 do século passado, de modo a recuperar os passivos ambientais e minimizar a geração de danos futuros cuja reparação passou a ser contemplada em Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs). Através dos resultados de recuperação e de prevenção da degradação ambiental vistos no estudo de caso, restou evidente que o fortalecimento da legislação atribuiu eficácia ao desempenho ambiental da mineração de carvão no Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Carvão mineral. Mineração. Poluidor-pagador. Dano ambiental. Recuperação ambiental.

ABSTRACT

The Rio Grande do Sul coal exploration started with the installation of British company "The Imperial Brazilian C. Collieries Limited" in 1872. At this time, there were no environmental requirements for productive activities, so the mineral exploration, as well as any other economic activity, was performed considering economic variables only. The result of this utilitarian approach of the environment was the occurrence of social and environmental impacts such as degradation of environmental quality arising from mining activity. Environmental damages from coal mining in SC, registered by public civil suit deriving from the law suit 93.8000533-4, are an example of that. Such reality starts to change in 1972, with the Stockholm Convention and its developments, when the polluter pays principle was conceived. This environmental law principle is based on the internalization of environmental costs resulting from production activity. It resulted in laws that have made the environmental damages repairing mandatory by the entrepreneur. In the case of mining, this can be verified in § 2 of Article 225 of the Brazilian Federal Constitution of 1988. Thus, this study aims to evaluate if the strengthening of the Brazilian environmental legislation assigned efficacy to degraded areas reclamation and reduced the formation of environmental liabilities from coal mining in the Rio Grande do Sul state (RS). For this purpose, a case study was conducted at COPELMI Mining Ltd. with the objective of evaluating the activities of coal mining and environmental reclamation conducted by that company in RS. The research demonstrated that the COPELMI changed its mining operations based on the strengthening of the legal framework, ie, from the 80s of last century, in order to reclaim environmental liabilities and minimize the generation of future damages whose reparation has become contemplated in the Degraded Areas Reclamation Plans (PRADs). Through the results of recovery and prevention of environmental degradation seen in this case study, it became evident that the strengthening of the law has assigned effectiveness for the environmental performance of coal mining in the Rio Grande do Sul.

Keywords: Coal. Mining. Polluter pays. Environmental damage. Environmental reclamation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Canal de coleta de DAM para tratamento.	92
Figura 2 – Área do depósito de rejeitos reabilitada.	94
Figura 3 – Cava de mineração da Mina Butiá-Leste no ano de 2004.....	98
Figura 4 – Cava de mineração com o relevo recuperado, parcialmente recoberta por solo orgânico no ano de 2005.	99
Figura 5 – Vista parcial de área reabilitada e de área em recuperação ao fundo. Detalhe da pecuária com cabeças de gado ao fundo no ano de 2007. .	100
Figura 6 – Estado atual da recuperação ambiental das áreas da Mina do Butiá- Leste em 2014.	101
Figura 7 – Estado atual da recuperação ambiental das áreas da Mina do Butiá- Leste em 2014.	101

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	A MINERAÇÃO DE CARVÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL E OS PRINCÍPIOS DO DIREITO AMBIENTAL: CONTEXTO HISTÓRICO.....	16
2.1	A EXPLORAÇÃO DO CARVÃO MINERAL NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL.....	16
2.2	O SURGIMENTO DAS QUESTÕES SOCIAIS DA EXPLORAÇÃO DO CARVÃO MINERAL NO RIO GRANDE DO SUL.....	18
2.3	O SURGIMENTO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO DO CARVÃO MINERAL NO RIO GRANDE DO SUL.....	19
2.4	A NECESSIDADE DE UM NOVO MODELO DE DESENVOLVIMENTO E OS PRINCÍPIOS DO DIREITO AMBIENTAL.....	21
2.5	PRINCÍPIO DO POLUIDOR-PAGADOR.....	25
3	NORMAS E REGRAS LEGAIS APLICÁVEIS À RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO.....	29
3.1	DANO AMBIENTAL.....	31
3.2	RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL.....	34
3.3	RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	36
4	DANOS AMBIENTAIS E AS TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO ADOTADAS NA MINERAÇÃO.....	45
4.1	OPERAÇÕES DE MINERAÇÃO.....	45
4.1.1	Pesquisa.....	46
4.1.2	Extração mineral.....	47
4.1.3	Beneficiamento mineral.....	55
4.2	DANOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MINERAÇÃO.....	57
4.2.1	Águas superficiais e subterrâneas.....	59
4.2.2	Solo, flora e fauna.....	62
4.2.3	Paisagem natural.....	64
4.2.4	Bens privados e segurança.....	64
4.2.5	Passivos ambientais.....	65

4.3	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO	67
4.3.1	Áreas de Preservação Permanente	71
4.3.2	Áreas de uso socioeconômico	77
4.3.3	Áreas mineradas em subsolo	80
4.3.4	Aspectos sociais dos PRADs.....	81
4.3.5	Participação do superficiário.....	81
4.3.6	Operações de mineração de carvão e RAD: processos sinérgicos	82
5	ESTUDOS DE CASO: A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS MINERADAS PELA COPELMI MINERAÇÃO LTDA.....	85
5.1	A GESTÃO AMBIENTAL DA EMPRESA.....	86
5.2	A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS MINERADAS PELA COPELMI.....	88
5.2.2	Mina do Butiá-Leste	95
5.2.3	Outras minas e resultados de RAD.....	102
6	CONCLUSÃO	105
	REFERÊNCIAS	107

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em carvão mineral, fala-se em energia e, quando se fala em energia, se fala em qualidade de vida. De acordo com a iniciativa de Ação Sobre a Pobreza Energética do Fórum Econômico Mundial, o acesso à energia é fundamental para a melhoria da qualidade de vida, além de ser imperativo para o desenvolvimento econômico. Nos países em desenvolvimento, a pobreza energética é ainda predominante. Atualmente, 2,6 bilhões de pessoas não têm acesso à rede de eletricidade, indicando assim o esforço necessário para se caminhar em direção à sua universalização de seu acesso. Estudos mostram que nos países onde a população possui grande acesso à energia, índices como a taxa de mortalidade infantil, expectativa de vida, alfabetismo e acesso a alimentos e à água potável são muito melhores do que nos países onde a população possui baixo ou nenhum acesso à energia.¹

Dentro deste contexto, a relevância do carvão no mundo de hoje é inegável, pois ele é um combustível fóssil que fornece energia firme aos sistemas elétricos, ou seja, uma energia que independe de fenômenos climáticos como a precipitação, ventos ou marés por exemplo. A energia termelétrica, gerada a partir do carvão, gás natural e diesel, dentre outras fontes, exerce um importante papel para a segurança energética de países como o Brasil. Nos momentos em que os reservatórios das hidrelétricas estão com baixo nível de água por conta da falta de chuvas ou quando os aerogeradores encontram-se parados por falta de ventos, as termelétricas são acionadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) garantindo que "apagões" não ocorram.²

Além da importância estratégica da energia termelétrica para qualquer sistema de matriz energética mista, como é o caso da matriz brasileira, há que se considerar o enorme potencial termelétrico nacional. O Brasil detém a 14ª maior reserva de carvão do mundo, porém encontra-se apenas na 26ª posição em termos

¹ PEREIRA, Marcio Giannini. **Políticas públicas de eletrificação rural na superação da pobreza energética brasileira**: estudo de caso da bacia do rio Acre – Amazônia. 2011. 320 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. p. 60.

² BRASIL. Operador Nacional Do Sistema (ONS). Plano da operação energética 2012/2016 - PEN 2012 - volume I. **Relatório executivo**. Rio de Janeiro, 2012. 141 p. p. 33.

de produção desse bem mineral. Em termos energéticos, a reserva brasileira de carvão mineral é 3,5 vezes maior que a reserva nacional de petróleo.³

A relevância econômica do carvão mineral enquanto fonte de energia é inegável, tanto que as estratégias internacionais preveem que o carvão mineral continuará a ser a principal fonte geradora de energia elétrica até o ano de 2050. A partir de 2035, graças à evolução tecnológica projetada para as fontes renováveis de energia, o uso do carvão passará a diminuir dando lugar às renováveis.⁴ Todavia, tanto o uso do carvão mineral como fonte geradora de energia como sua extração enquanto recurso mineral representam importantes desafios à conservação ambiental.

No que tange à extração mineral, é sabido que a mineração do carvão, assim como qualquer atividade mineira, é uma atividade econômica causadora de significativa degradação do meio ambiente⁵ e que a forma de se tratar essa questão altera-se significativamente ao longo da história. No caso do carvão mineral, a extração e o aproveitamento energético iniciaram no século XVI quando o carvão passou a substituir a madeira então em escassez. O carvão mineral fora o motor propulsor da revolução industrial iniciada no século XVIII, época em que a questão ambiental não era considerada nas tomadas de decisões. Impactos como a desertificação de áreas, a acidificação dos recursos hídricos e, inclusive, a morte de pessoas por problemas respiratórios, decorrentes da queima descontrolada do carvão, ocorreram durante chamada "Era do Carvão" na Inglaterra.⁶

Após a Segunda Guerra Mundial, mais precisamente nos anos 60, começava-se a tomar uma consciência prática da finitude dos recursos naturais, de forma concreta. Matérias-primas, energia e água, entre outros bens proporcionados pela

³ CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Roadmap tecnológico para produção, uso limpo e eficiente do carvão mineral nacional: 2012 a 2035**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2012. Brasília: [s.n.], 2012. Disponível em: <www.cgge.org.br/atividades/redirect/7877>. Acesso em: 23/06/2014. p. 17.

⁴ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Renewable energy outlook. In: _____ World Energy Outlook 2013. Paris: IEA PUBLICATIONS, 2013. p. 197.

⁵ BRASIL. Resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 23/03/2014.

⁶ CAROLA, Carlos Renato. **Dos subterrâneos da história: as trabalhadoras das minas de carvão de Santa Catarina 1937 – 1964**. Florianópolis: UFSC, 2002. p 147.

Natureza, tornavam-se mais raros e mais caros.⁷ Começava a surgir, então, a necessidade de se inserir a variável ambiental nas decisões de ordem econômica que moviam a exploração do carvão mineral.

Foi neste cenário de despertar para a questão ambiental que surgiram os primeiros conceitos de crescimento econômico pautado por questões ambientais e sociais. Em 1972, ocorreu a Convenção de Estocolmo que redundou em uma declaração de diretrizes para o desenvolvimento que buscava o equilíbrio entre o econômico, o social e o ambiental. Debates acerca dessas diretrizes decorreram da Convenção de Estocolmo, surgindo em 1987, através do Relatório Brundtland, a primeira conceituação de desenvolvimento sustentável e, em 1992, a ECO 92 e a Agenda 21 com orientações para que os países desenvolvessem políticas sustentáveis de crescimento. Nesse contexto, surgiram as primeiras legislações ambientais.⁸

No Brasil, os requisitos ambientais passaram a integrar os processos decisórios dos empreendimentos a partir da década de 80 do século passado quando da promulgação da Lei Nº 6938/81. Através dela, surgia a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) que lançou mão do licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras como um de seus instrumentos e da recuperação de áreas degradadas como um de seus princípios.⁹ Em 1988, a Constituição Federal Brasileira, através de seu artigo 225, reconheceu o direito ao ambiente ecologicamente equilibrado como um direito fundamental e, no §2º desse mesmo artigo, determinou que "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".¹⁰

Dado tal contexto, a mineração de carvão brasileira, cujo início datava do final do século XIX na região sul do Brasil, passou a ser vista sob outra ótica. As técnicas, até então, correntes de exploração e industrialização desse bem mineral deixaram

⁷ MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. 5 ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007. p. 755.

⁸ NUNES, Paulo Henrique Faria. **Meio Ambiente & Mineração**: desenvolvimento sustentável. 1 ed. Curitiba: Editora Juruá, 2011. p. 48-50.

⁹ BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, DF: **Planalto**, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em 23/06/2014.

¹⁰ BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Senado**, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 23/06/2014.

de ser aceitas a partir dos processos de licenciamento ambiental e as marcas da exploração passada tornaram-se passivos ambientais cuja recuperação ambiental passou a ser obrigatória.

Passados mais de 30 anos da promulgação da PNMA e considerando-se a mineração de carvão realizada no Rio Grande do Sul como uma atividade que impactou significativamente o meio ambiente nesse estado, este trabalho propõe-se, a avaliar se o fortalecimento da legislação ambiental brasileira atribuiu eficácia à recuperação de áreas degradadas e reduziu a formação de passivos ambientais provenientes da mineração de carvão no Rio Grande do Sul. Para tanto, será realizado um estudo de caso que terá como foco as atividades de mineração de carvão e de recuperação ambiental realizadas pela COPELMI Mineração Ltda no RS.

Tendo em vista alcançar os objetivos deste trabalho, faz-se necessário contextualizar, historicamente, a exploração e uso do carvão mineral, assim como, a evolução da preocupação com o meio ambiente e de sua inclusão como valor fundamental às tomadas de decisão. Desse equilíbrio de valores, entre a atividade econômica e o meio ambiente, surgem novos princípios norteadores do direito ambiental dentre os quais cabe destacar o do desenvolvimento sustentável e do poluidor-pagador. Essa temática é tratada no capítulo 1 deste trabalho.

No capítulo seguinte, capítulo 2, trata-se da legislação aplicável à recuperação de áreas degradadas pela mineração, ou seja, identifica-se os desdobramentos do princípio do poluidor-pagador em regras que passaram a reger o tema recuperação ambiental.

Muito embora a legislação ambiental venha a contribuir no sentido de garantir a efetiva implementação da recuperação, ela sozinha não basta para a obtenção do resultado final. Para isso, foi necessário o desenvolvimento de técnicas de engenharia, biologia, hidrologia, saneamento ambiental, geologia, geomorfologia, dentre outras áreas do conhecimento que acompanhassem as novas demandas legais. No capítulo 3, são discutidos os conceitos de recuperação ambiental e descritas as principais técnicas aplicadas à mineração e, em especial, na mineração de carvão realizada no Rio Grande do Sul.

No capítulo 4, são apresentados estudos de caso que consistem da recuperação ambiental aplicada às áreas impactadas pela mineração do carvão mineral no Rio Grande do Sul. Esses estudos de caso foram escolhidos de modo a

compreender atividades realizadas antes e depois da introdução da variável meio ambiente como valor norteador das tomadas de decisão nos empreendimentos de mineração de carvão.

Ao final do trabalho, é feita a análise dos resultados dos estudos de caso quanto à recuperação ambiental das áreas impactadas e concluído acerca dos objetivos desta pesquisa.

2 A MINERAÇÃO DE CARVÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL E OS PRINCÍPIOS DO DIREITO AMBIENTAL: CONTEXTO HISTÓRICO

A Revolução Industrial iniciou na Inglaterra do século XVIII e foi impulsionada pelo desenvolvimento da tecnologia para fabricação do aço. O carvão mineral teve participação fundamental nesse processo. Nesse período, o Reino Unido e as demais nações detentoras de reservas de carvão mineral passaram a desenvolver equipamentos e ferramentas de aço. Caldeiras, locomotivas e equipamentos industriais viabilizaram a substituição da força animal e hídrica pela mecânica.

O século XVIII foi marcado por um rápido crescimento populacional, visto que os adventos tecnológicos provenientes da nova fonte de energia e de carbono para a indústria do aço facilitaram o acesso a melhores condições de vida pelas pessoas. Conseqüentemente, os países detentores de reservas naturais de minério de ferro e carvão tiveram um poder econômico e político sem precedentes históricos.

2.1 A EXPLORAÇÃO DO CARVÃO MINERAL NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL

A história do carvão mineral no Brasil tem seus primeiros registros em 1822. A notícia da descoberta de carvão mineral em Santa Catarina levou autoridades da corte imperial a empreender várias missões de pesquisadores e o envio de cientistas à região sul de Santa Catarina. Identificou-se, à época, que o carvão mineral encontrado por tropeiros que trilhavam a chamada Serra do Rio do Rastro (então Serra do 12), em Santa Catarina, pudesse ser de boa qualidade.¹¹

Os investimentos na atividade de mineração de carvão no Brasil iniciaram, portanto, na região de Santa Catarina. Estudos de caracterização do minério e da sua viabilidade econômica foram realizados a partir de amostras de carvão enviadas ao continente Europeu. Tal fato levou o Visconde de Barbacena a empreender a primeira tentativa de exploração comercial de carvão mineral no Município de Lauro

¹¹ SCHNEIDER, Carlos Henrique. Evolução na gestão ambiental na indústria carbonífera em Santa Catarina: um caso de sucesso. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 39-56.

Müller/SC. Nessa ocasião, no Brasil, foram introduzidos os primeiros conceitos e técnicas empregados na mineração praticada no Velho Continente.¹²

No Rio Grande do Sul, a descoberta do carvão mineral veio um pouco mais tarde. Em 1853, o capital privado, aliado ao capital estatal - por intermédio do presidente da província, Conselheiro Luiz Vieira Cansação de Sinimbu - iniciava suas pesquisas. O britânico James Johnson e mais doze mineiros de origem inglesa fizeram as primeiras pesquisas, mas, somente em 1866, o governo Imperial concedeu permissão para extrair comercialmente o carvão mineral em uma mina localizada na região da atual cidade de Arroio dos Ratos¹³.

Oficialmente, a exploração industrial do carvão no estado gaúcho iniciou em 1872, com a instalação, em Arroio dos Ratos, da companhia inglesa *The Imperial Brazilian Collieries C. Limited*. Posteriormente, a mineração do carvão expandiu-se para a vila de Butiá (1881) e para o município de São Jerônimo em 1883 com a criação da Companhia de Minas de Carvão de Pedra de Arroio dos Ratos – CMCPAR, empresa de capital nacional proveniente do Rio de Janeiro e de São Paulo¹⁴.

O carvão mineral tinha uma importância tão grande para o período que era chamado de "Ouro Negro". Em janeiro de 1885, foi inaugurado o "Poço da Izabel", em Arroio dos Ratos, com a presença da princesa e de seu esposo, conde D'Eu, simbolizando a importância que esse ramo de produção tinha para os governantes de então¹⁵.

¹² SCHNEIDER, Carlos Henrique. Evolução na gestão ambiental na indústria carbonífera em Santa Catarina: um caso de sucesso. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 39-56.

¹³ SILVA, C. E. **Nas profundezas da terra: um estudo sobre a região carbonífera do Rio Grande do Sul (1883 – 1945)**. 2007. 391 fl. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. p. 42.

¹⁴ *Idem*, p. 47.

¹⁵ KLOVAN, Felipe Figueiró. **Sob o fardo do ouro negro: as experiências de exploração e resistência dos mineiros de carvão do Rio Grande do Sul na primeira metade da década de 1930**. 2009. 79 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em História) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. p. 2.

2.2 O SURGIMENTO DAS QUESTÕES SOCIAIS DA EXPLORAÇÃO DO CARVÃO MINERAL NO RIO GRANDE DO SUL

A partir de 1888, fatos históricos como a abolição da escravatura e a proclamação da república, forma-se um cenário tal que provoca mudanças socioeconômicas importantes na exploração do carvão mineral. A mão de obra passa a ser composta por imigrantes ao invés de escravos, os quais trazem consigo sua cultura e concepções políticas. A valorização dos produtos nacionais a partir da nova república vem acompanhada de impostos o que resultou no aumento dos preços do carvão¹⁶.

No período de 1914 a 1918, ocorria a Primeira Guerra Mundial, impulsionando a extração, que teve seus índices aumentados devido à ausência de carvão estrangeiro, combustível energético necessário à manutenção dos países em guerra. Assim, ficou a cargo do carvão nacional a responsabilidade de suprir as necessidades do mercado interno em empresas como a “Viação Férrea do Estado”, “Empresa Carris Porto Alegre”, “Companhia Fôrça e Luz”, dentre outras. Em 1920, o uso do carvão em locomotivas da Viação Férrea, no momento de responsabilidade do Governo do Estado, acelerou a produção carbonífera no pós guerra, a qual também alimentava a navegação e a usina elétrica de Porto Alegre (Gasômetro) e de outras localidades¹⁷.

Juntamente com o crescimento da demanda e conseqüente exploração do carvão mineral, os impactos sociais da atividade começaram a ser percebidos. Surgiam novas casas residenciais, comerciais e infraestrutura viária para comportar e, muitas vezes, atrair trabalhadores. Para aumentar a produtividade das minas, adotou-se o sistema fábrica-vila, no qual os trabalhadores eram alojados em vilas operárias isoladas e onde tudo, desde a escola até a assistência médica da família, passando pelo comércio e o aluguel das moradias, era controlado pela companhia¹⁸. Isso significava, também, que praticamente tudo dependia ou passava pelo aval da

¹⁶ SILVA, C. E. **Nas profundezas da terra**: um estudo sobre a região carbonífera do Rio Grande do Sul (1883 – 1945). 2007. 391 fl. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. p. 236.

¹⁷ *Ibidem*, p. 98.

¹⁸ MUSEU DO CARVÃO. Blog. Disponível em: <http://museucarvao.blogspot.com.br/p/historico-da-mineracao.html>. Acessado em: 09/06/2014.

empresa que, na época (1936) denominava-se "Consórcio Administrador de Empresas de Mineração - CADEM" ¹⁹.

Neste mesmo período, foi fundado o "Sindicato dos Mineiros de Butiá". O sindicato resultou de uma greve por melhores condições de trabalho, visto que os mineiros eram submetidos a longas e ininterruptas jornadas de trabalho, sob péssimas condições de higiene e de segurança ocupacionais. Nesse período o Estado brasileiro trabalhava na construção das leis trabalhistas e na vinculação dos sindicatos ao governo²⁰.

No período seguinte, da 2ª Guerra Mundial, o carvão conheceu seu ápice em termos de volumes de produção, contudo, ao término da Grande Guerra, o carvão mineral passou a ser substituído, energeticamente, pelo petróleo. A extração de carvão, contudo, não foi suspensa e, em 1945, o CADEM foi incorporado a COPELMI (Companhia de Pesquisa e Lavras Minerais) atuante até os dias de hoje²¹.

2.3 O SURGIMENTO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO DO CARVÃO MINERAL NO RIO GRANDE DO SUL

Historicamente, na mineração de carvão, o despertar para as questões ambientais, assim como ocorreu para os demais setores da sociedade e da economia, também partiu do paradigma antropocêntrico-utilitarista, ou seja, aquele forjado pelo pensamento liberal e individualista a partir do qual a apropriação dos recursos naturais é absoluta²².

A visão de que o meio ambiente é importante, basicamente, por fornecer recursos úteis à espécie humana fica claramente registrada através de relatos, contratos, teses e demais documentos que datam do período de exploratório no qual os recursos naturais já não atendiam as demandas da população sem que fossem manejados ou cultivados para tal fim. Um exemplo disso na mineração do carvão era

¹⁹ SPERANZA, Clarice Gontarski. **Cavando direitos**: as leis trabalhistas e os conflitos entre trabalhadores e patrões nas minas do Rio Grande do Sul nos anos 40 e 50. 2012. 272 fl. Tese (Doutorado em História) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. p. 47.

²⁰ **MUSEU DO CARVÃO**. Blog. Disponível em: <http://museucarvao.blogspot.com.br/p/historico-da-mineracao.html>. Acessado em: 09/06/2014.

²¹ **MUSEU DO CARVÃO**, *loc. cit.*

²² STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade civil ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2011. p. 22.

o uso de toras de madeira para o escoramento das galerias subterrâneas utilizadas para acessar as camadas de carvão mineral. As palavras abaixo citadas demonstram a preocupação do engenheiro chefe da mina, em 1950, com a possível falta de madeira para a continuação da mineração em Butiá.

Até a data presente não foi firmado contrato estabelecendo as condições sobre as quais propuz verbalmente plantar para essa companhia 25.000 (vinte e cinco mil) pés de eucaliptos. Estando esta plantação em andamento, venho pela presente, estabelecer, por escrito, tais condições visto que V. S., bem compreendendo as razões e conveniências de um contrato, concordará com o seguinte: a) - obrigo-me a plantar companhia 25.000 (vinte e cinco mil) pés de eucaliptos das espécies "Rostrata" e "Teriticornis" nas terras de propriedade dessa companhia, na Mina de Butiá, encarregando-me de todo o serviço cultural, extinção de formigas, plantação e criação de mudas, lavragem e gradeação das terras,...²³

Ainda à mesma época, demonstrando, também, uma visão utilitarista do meio ambiente, o médico e farmacêutico Carlos Alfredo Simch, em 1943, apresenta relatos sobre as espécies de flora existentes na região mineira de São Jerônimo e o tipo de uso humano para o qual serviam. Nesse relato, ele demonstra a preocupação com o uso de espécies nativas mais nobres e que, assim como os eucaliptos, estavam sendo usadas para escorar as galerias de minas.²⁴

Timbaúva - ... - Pêso 0,510. Madeira porosa dando táboas de muita largura...

Uvá - ... - Madeira vermelha empregada para eixo de caretas e cabeçalhos.

...

À nossa grande indústria extrativa mineral pelas duas maiores minas em lavra, a de Arroio dos Ratos com uma rede enorme de galerias, a do Butiá, também com dois poços e grande rede de galerias e avançamentos - são as grandes consumidoras de madeiras necessárias para o vigamento das próprias galerias. Os escoramentos e reforços da cobertura, do céu, das galerias necessitam de dezenas de milhares dos denominados páus de mina.

São tóros de madeira de determinada bitóla - comprimento 180 cms e diâmetro mínimo da parte mais fina de 15 cms.

Para essa sorte de madeiras não prevalece a espécie - qualquer páu linheiro desde o ceibo ou figueira, tudo serve, desde que esteja dentro das medidas - e o preço é o mesmo quer seja madeira de lei ou salceiro.

Nas estradas das minas é interessante o espetáculo pelo número de carretas, grandes, pequenas, e carroças com a sua carga de páu de mina cujo pagamento certo é imediato á entrega da encomenda.

Calculemos esas dezenas de milhares e mesmo centena de milhar de árvores cortadas anualmente para acudir ás necessidades da indústria do carvão, que depredação não acarréta á nossa riqueza florestal. Convém não esquecer que a imprevisão do nosso géca cortador de páus é igual, ainda, á mentalidade do aborigene, o índio que para colher uma fruta de

²³ MUSEU DO CARVÃO. **Carta do Eng. Chefe da mina de Butiá para Agenor Poeta.** Acervo histórico. 07/05/1950.

²⁴ SIMCH, Carlos Alfredo. Monografia do município de São Jerônimo. Porto Alegre: Andradas, 1943. p. 44.

araçá ou cereja ele derrubava a árvore. O géca não importa em sacrificar uma planta embora nova, si esta já lhe pode render os dois cruzeiros na mina. As medidas governamentais sobre a proteção ás matas e o replantio, aguardam execução - um dia virá...

Muito embora a atividade de mineração proporcionasse, e ainda proporcione, outros tipos de impactos ao meio ambiente, havia o destaque à madeira consumida desordenadamente, pois isso ocasionava a escassez daquelas espécies que forneciam madeira para usos mais nobres. Ou seja, a percepção dos danos ao meio ambiente era ditada pela falta que os recursos naturais depletados faziam à sociedade que os demandava.

Apesar disso, é notadamente sabido que a mineração pretérita de carvão mineral proporcionou, conjuntamente com o desenvolvimento socioeconômico, danos ambientais com formas e escalas variadas, tais como a contaminação de águas subterrâneas e superficiais, a erosão do solo, mudanças de paisagem, o desmatamento, a formação descontrolada de pilhas de estéril, dentre outros.²⁵

Dado o desenvolvimento histórico da mineração de carvão no Rio Grande do Sul, o qual fora marcado pelo crescimento econômico acima de valores sociais e ambientais, gerando importantes passivos, tornava-se evidente a necessidade de criação de um modelo de desenvolvimento econômico que considerasse os pilares social e ambiental. Na verdade, nessa mesma época, ou seja, ao final do século XX, a percepção de que o modelo econômico vigente não contemplava uma forma sustentável de crescimento era grande nos países desenvolvidos, não apenas para a atividade de mineração de carvão, mas para as atividades econômicas de modo geral.²⁶

2.4 A NECESSIDADE DE UM NOVO MODELO DE DESENVOLVIMENTO E OS PRINCÍPIOS DO DIREITO AMBIENTAL

A presença do ser humano no planeta Terra tem apenas alguns milhares de anos, ou seja, temporalmente, é pouco significativa se considerarmos que os tempos

²⁵ CAROLA, Carlos Renato. **Dos subterrâneos da história**: as trabalhadoras das minas de carvão de Santa Catarina 1937 – 1964. Florianópolis: UFSC, 2002. p. 147.

²⁶ SCHNEIDER, Carlos Henrique. Evolução na gestão ambiental na indústria carbonífera em Santa Catarina: um caso de sucesso. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro**: Tecnologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 39-56.

geológicos do planeta datam de bilhões de anos. Por outro lado, ambientalmente, a presença humana na Terra demonstra grande relevância, conforme apresenta Edis Milaré.²⁷

Uma coisa é certa: os tempos históricos atestam a presença e as atividades do homem, assim como a ocupação do espaço. Mais do que isso, testemunham as alterações por ele impostas ao ecossistema planetário: desta vez, não são apenas as causas físicas naturais; aparecem, também, as mudanças intencionais produzidas pelo *homo sapiens*. Os tempos históricos, estes sim, são os mais recentes e manifestam uma aceleração progressiva da evolução por que passa a Terra.

Num prazo muito curto - e que se torna sempre mais curto - são dilapidados os patrimônios formados lentamente no decorrer dos tempos geológicos e biológicos, cujos processos não voltarão mais. Os recursos consumidos e esgotados não se recriarão. O desequilíbrio ecológico acentua-se a cada dia que passa.

O ser humano desenvolve seus processos e suas atividades e, para tanto, demanda os recursos naturais do planeta. Essa demanda proporciona a depleção desses recursos e a poluição daqueles demandados e de outros mais que estejam na área de influência de tais atividades. No caso específico da exploração mineral, ocorre o mesmo. Na verdade, a mineração é tida como uma das atividades humanas mais impactantes ao meio ambiente, tendo em vista os danos que causa aos meios físico, biótico e socioeconômico. A esse respeito, cita-se Edis Milaré.²⁸

A atividade de mineração possui interface direta com a realidade do meio ambiente, dado que não há como extrair um mineral sem danos. Constitui tal atividade, sem dúvida, uma agressão sumária à natureza adormecida, representando um dos ramos industriais mais perversos do ponto de vista ambiental. Como não podemos, contudo, descartá-la, pura e simplesmente, impõe-se diminuir os estragos que causa, com a adoção de tecnologias de aproveitamento adequadas, capital e vontade.

Ou seja, a despeito da mineração ser, comprovadamente, uma atividade danosa o meio ambiente, não há como eliminá-la ou substituí-la. Ao passo que a mineração provê recursos essenciais à existência humana, é premente que os impactos sociais e ambientais sejam previstos no planejamento dessa atividade. Essa visão de crescimento econômico harmonizado com a preservação ambiental e com a justiça social, não apenas na mineração, mas para o crescimento econômico

²⁷ MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. 5 ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007. p. 54-55.

²⁸ *Ibidem*, p. 169-170.

como um todo, foi divulgada mundialmente a partir da publicação da "Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano" em 1972.²⁹

A "Declaração de Estocolmo", como ficou conhecida, proclamou: "a proteção e o melhoramento do meio ambiente humano" como uma "questão fundamental que afeta o bem-estar dos povos e o desenvolvimento econômico do mundo inteiro" e que "chegamos a um momento da história em que devemos orientar nossos atos em todo o mundo com particular atenção às consequências que podem ter para o meio ambiente". Tais assertivas, dentre outras que constam no texto, evidenciam a preocupação com as questões ambientais decorrentes das atividades antrópicas, ao mesmo tempo em que mantém o ser humano como o ator principal da relação homem-natureza ao proclamar que "de todas as coisas do mundo, os seres humanos são a mais valiosa".³⁰ Ou seja, a partir de 1972 a visão antropocêntrica utilitarista passa a convergir para uma visão ainda antropocêntrica, porém protecionista.³¹

Em 1987, o anseio pelo equilíbrio entre o econômico, o social e o ambiental foi, então, consolidado e conceituado pela Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), no Âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU), através do relatório que ficou conhecido como "Relatório Brundtland": "O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades".³² Muito embora estivesse conceituado, o desenvolvimento sustentável era um conceito polêmico e de difícil aceitação por diversos países. A sua implementação se traduziria na aplicação de medidas mitigadoras, compensatórias e na restrição de práticas produtivas aceitas até então. Isso

²⁹ ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração da Conferência da ONU no Ambiente Humano**. Estocolmo, 1972. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/estocolmo.doc> Acessado em: 10/06/2014.

³⁰ ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), *loc. cit.*

³¹ Segundo Romeu Thomé (2013), a corrente antropocêntrica utilitarista considera a natureza como principal fonte de recurso para atender as necessidades do ser humano ao passo que a corrente antropocêntrica protecionista tem a natureza como um bem coletivo essencial que deve ser preservado como garantia de sobrevivência e bem-estar do homem. Impõe-se, por conseguinte, equilíbrio entre as atividades humanas e os processos ecológicos essenciais. THOMÉ, Romeu. Manual de Direito Ambiental. 3 ed. Salvador: Editora Juspodivm, 2013. p. 61.

³² NAÇÕES UNIDAS. **42/187 - Report of the World Commission on Environment and Development**. Relatório. Disponível em <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>. Acessado em 10/06/2014.

passaria a representar perdas econômicas para as empresas e perda de competitividade dos países no mercado internacional.³³

Em 1992, foi realizada a Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também denominada ECO/92 ou Rio 92 que tornou-se o maior evento ambientalista já realizado. O grande sucesso da Rio 92 foi a significativa representatividade de lideranças mundiais e a publicação da "Agenda 21". Houve a participação de 178 governos, representados por mais de 100 chefes de Estado ou de Governo. A Agenda 21, por sua vez, foi um documento que estabeleceu diretrizes que devem ser seguidas pelos Estados ao longo do século XXI para que haja a implementação efetiva do desenvolvimento sustentável.³⁴

O final do século XX viu-se tomado por um ambiente de criação de novos conceitos de desenvolvimento e pela formulação de diretrizes respectivas. Tais mudanças causaram reflexos diretos no direito, pois entrava em pauta uma nova geração de direitos fundamentais. Esses direitos derivaram das conferências internacionais já citadas. Dentre eles, pode-se citar o direito à sadia qualidade de vida, à equidade no acesso aos recursos naturais e das futuras gerações. O direito ramificou-se e passou a tratar dessas questões sistematicamente através do Direito Ambiental, conceituado por Paulo Affonso Leme Machado.³⁵

O Direito Ambiental é um direito sistematizador, que faz a articulação da legislação, da doutrina e da jurisprudência concernentes aos elementos que integram o ambiente. Procura evitar o isolamento dos temas ambientais e sua abordagem antagônica. Não se trata mais de construir um Direito das águas, um Direito da atmosfera, um Direito do solo, um Direito florestal, um Direito da fauna ou um Direito da biodiversidade. O Direito Ambiental não ignora o que cada matéria tem de específico, mas busca ligar estes temas com a argamassa da identidade dos instrumentos jurídicos de prevenção e de reparação, de informação, de monitoramento e de participação.

O Direito Ambiental é, também, definido por Paulo Henrique de Faria Nunes.³⁶

...conjunto de princípios e normas destinados à regulamentação das atividades humanas que produzam efeito sobre o meio ambiente, almejando à manutenção e melhoria da qualidade de vida humana dentro de um contexto intergeracional...

³³ NUNES, Paulo Henrique Faria. **Meio Ambiente & Mineração**: desenvolvimento sustentável. 1 ed. Curitiba: Editora Juruá, 2011. p. 48.

³⁴ *Ibidem*, p. 48-50.

³⁵ MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 16 ed. São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 2008. p 52-55.

³⁶ NUNES, *op. cit.*, p 71.

Esse novo direito, o Direito Ambiental, foi alimentado por princípios norteadores, dentre os quais Paulo Affonso Leme Machado destaca:³⁷

- Princípio do direito à sadia qualidade de vida;
- Princípio do acesso equitativo aos recursos naturais;
- Princípio do usuário-pagador e do poluidor-pagador;
- Princípio da precaução;
- Princípio da prevenção;
- Princípio da reparação;
- Princípio da informação;
- Princípio da participação; e
- Princípio da obrigatoriedade da intervenção do Poder Público.

Cada um dos princípios supracitados pode ser aplicado às atividades econômicas e poderia ser abordado pormenorizadamente neste texto. Entretanto, no que tange à mineração de carvão e à recuperação de áreas degradadas por essa atividade, cabe detalhar pormenorizadamente os princípios do poluidor-pagador.³⁸

2.5 PRINCÍPIO DO POLUIDOR-PAGADOR

O princípio do poluidor-pagador tem como fundamento a internalização dos custos socioambientais decorrentes da atividade produtiva e pode ser encontrado na Declaração do Rio de Janeiro de 1992, em seu artigo 16.³⁹

As autoridades nacionais devem procurar promover a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais.

Este é um princípio fundamental na política ambiental, visto ser um instrumento econômico que exige do poluidor que suporte as despesas de prevenção, controle e reparação de danos ambientais. É a internalização das

³⁷ MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 16 ed. São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 2008. p 11-12.

³⁸ FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 8 ed. São Paulo: Saraiva, 2007. p 32.

³⁹ ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 1992. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>. Acessado em: 13/06/2014.

externalidades ambientais negativas.⁴⁰ No caso dos processos produtivos, as externalidades negativas devem ser assumidas pelos empreendedores, ou seja, o custo resultante da poluição deve ser incorporado aos custos de produção os quais serão componente de formação do preço final dos produtos.⁴¹

O propósito primeiro desse princípio é a prevenção da poluição, visto que o produtor, ao internalizar os custos da poluição, perde competitividade no mercado de consumo. Nesse sentido, melhorar a gestão ambiental dos processos produtivos proporciona a redução da poluição e, conseqüentemente, a redução dos custos respectivos. Realizar gestão ambiental com foco na prevenção da poluição passa a ser, então, uma ferramenta de ganhos econômicos a partir do momento em que os custos da reparação de danos ambientais passam a ser mais elevados que os da prevenção.⁴²

O segundo objetivo do princípio do poluidor-pagador é a reparação ambiental. De acordo com esse entendimento, isso se traduz na obrigação de reparar os danos e prejuízos, sendo, inclusive, denominado por alguns doutrinadores como o "princípio da reparação" ou "princípio da responsabilidade".⁴³

Cabe ressaltar que, embora a expressão "poluidor-pagador" seja alvo de críticas por alguns doutrinadores por gerar interpretações errôneas como a de "quem paga pode poluir", esse princípio não é sinônimo da compra do direito de poluir. Sua função é precaucional e preventiva, ao passo que impõe obrigações de fazer e de não fazer capazes de gerenciar os riscos ambientais no momento em que ocorrem. É o estímulo à gestão ambiental preventiva das atividades econômicas e, quando inevitável, é a obrigação de compensar os impactos negativos decorrentes de tais atividades.⁴⁴

É interessante pontuar o modo como esse princípio do direito ambiental interferiu no caso concreto da mineração de carvão mineral. Nesse sentido, destaca-se a ação civil pública (ACP), decorrente do processo 93.8000533-4, proposta pelo o Ministério Público Federal, em 1993, na Justiça Federal em Criciúma/SC. Foram

⁴⁰ STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade civil ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2011. p 168.

⁴¹ NUNES, Paulo Henrique Faria. **Meio Ambiente & Mineração**: desenvolvimento sustentável. 1 ed. Curitiba: Editora Juruá, 2011. p 86.

⁴² STEIGLEDER, *op. cit.*, p 168.

⁴³ THOMÉ, Romeu. **Manual de Direito Ambiental**. 3 ed. Salvador: Editora Juspodivm, 2013. p 74.

⁴⁴ STEIGLEDER *op. cit.*, p 170.

demandados 24 réus, estando entre eles as empresas carboníferas, seus diretores e sócios majoritários, o Estado de Santa Catarina e a União.⁴⁵

Nos autos desta ACP, o MPF alegou que, no período entre 1972 e 1989, conforme dados fornecidos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a mineração de carvão na região carbonífera de Santa Catarina atingiu recordes históricos que, devido à "descuidada disposição final de rejeitos sólidos e do indiscriminado lançamento de efluentes dos lavadores e das drenagens de minas nos cursos d'água, foram comprometidos cerca de 4.000 a 5.000 hectares de terras nos Municípios-sedes de minas e usinas, assoreadas e contaminadas as três bacias hidrográficas da região...".

A ACP chegou, devido aos recursos, ao Supremo Tribunal de Justiça (STJ) que definiu pela responsabilização dos réus. Inclusive a União fora condenada a recuperar o passivo ambiental que houvera gerado, conforme expressa o Ministro Relator:

A União também buscou defender que não tem responsabilidade solidária com as empresas mineradoras à cominação imposta de recuperação do meio ambiente e indenizações conseqüentes. Aduz, principalmente, que a responsabilidade deve ser infligida apenas aos entes poluidores, ante o que estabelece o princípio do "poluidor-pagador". Sustentou, ainda que, se obrigada à reparação, na verdade estar-se-á compelindo a sociedade à auto-indenização.

A primeira questão que se coloca é afeta ao campo da responsabilidade civil do Estado por omissão, e, em casos tais, entendo, assim como grande parte da doutrina e jurisprudência, que a responsabilidade é subjetiva, uma vez que a ilicitude no comportamento omissivo é aferido sob a perspectiva de que deveria o Estado ter agido por imposição legal.

.....
Com relação a esse fato (omissão ou não do ente público), encontra-se no acórdão recorrido a conclusão de que a União foi omissa no dever de fiscalização, permitindo às mineradoras o exercício de suas atividades extrativas sem nenhum controle ambiental.

O caso concreto da chamada Ação Civil Pública do Carvão é, portanto, um caso que evidencia a aplicação direta do princípio do poluidor-pagador na mineração do carvão mineral. Aos réus poluidores, foi atribuída a responsabilidade por recuperar o meio ambiente degradado, através das soluções técnicas determinadas e acompanhadas por um Grupo Técnico de Assessoramento (GTA). Tal grupo constituiu um inovador instrumento de autogestão, para a qual não só contava com representantes técnicos de todas as partes, mas também com a presença de

⁴⁵ BRASIL. Justiça Federal. Ação civil pública do carvão. **Sentença**. Santa Catarina. Disponível em: <<https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/admin/imagens/noticias/file/acp%2000-25439.pdf>>. Acessado em: 13/06/2014.

peças externas ao processo e relevantes à questão ambiental; tratava-se de um grupo multipartite, composto por 19 instituições, que teria as importantes incumbências de propor estratégias, métodos, formas técnicas de recuperação ambiental, tratando dos mais diversos temas da geologia, biologia, engenharias, química.

Ao confrontar-se as condenações oriundas da ACP do Carvão com os relatos de Simch⁴⁶ em sua visão utilitarista do meio ambiente, percebe-se o quanto a visão sobre o meio ambiente evoluiu através da adoção de uma visão protecionista, desdobrando-se nos princípios do direito ambiental e no marco normativo deles decorrente. As normas e regras evoluíram conjuntamente aos princípios para que pudessem recepcionar e respaldar o direito ambiental. Em âmbito nacional, deve-se destacar as normas constitucionais através dos artigos 170 e 225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, normas legais como a que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente em 1981 e normas infralegais com as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente e normativas do DNPM.

Importa, ainda, citar as normas e demais documentos de referência que, apesar de não terem caráter constitucional ou legal, são técnicas e, portanto, fundamentais para se tratar do tema da recuperação de áreas degradadas. Esses documentos são fundamentados no conhecimento científico e no conhecimento técnico aplicado a partir de experiências praticadas em laboratórios especializados e em campo. Exemplos dessas normas e demais documentos podem ser amplamente obtidos na literatura, cabendo destacar a norma ABNT NBR 13.030 - Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração e o "Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração" organizado pelo IBAMA em 1990.

⁴⁶ SIMCH, Carlos Alfredo. **Monografia do município de São Jerônimo**. Porto Alegre: Andradas, 1943. p. 44.

3 NORMAS E REGRAS LEGAIS APLICÁVEIS À RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO

A evolução da visão do homem sobre a natureza, passando de antropocêntrica utilitarista para antropocêntrica protecionista, conforme demonstrado no capítulo anterior, foi motivada pelo modo como a sociedade percebia os impactos das atividades degradadoras do meio ambiente. Essa percepção coletiva foi manifestada através de conferências, relatórios e demais eventos internacionais que redundaram em princípios norteadores de um ramo do direito denominado Direito Ambiental.

Todavia, anteriormente ao surgimento destes novos princípios e respectivas normas reguladoras da atividade humana degradadora do meio ambiente, outras normas reguladoras eram prementes. Diferentes eram, porém, os princípios que as orientavam, visto que, à época, pairava o antropocentrismo utilitarista.

No período colonial, por exemplo, o Brasil era regido pelas "Ordenações" que constituíam o Código Legal de Portugal. Ordenações Afonsinas, Ordenações Manuelinas e Ordenações Filipinas vigoraram até a efetiva implantação do Código Civil brasileiro, editado em janeiro de 1916. Havia a preocupação com a proteção florestal e demais recursos naturais a qual era motivada pela escassez de gêneros alimentícios e de madeira em Portugal. O corte de árvores frutíferas, por exemplo, era considerado injúria à S. Majestade, o Rei.⁴⁷

Já na fase republicana, no período do Estado Novo, surgiram o primeiro Código Florestal, através do Decreto 23.793/34; e o Código das Águas, através do Decreto 24.643/34. Muito embora os temas regulados estivessem intimamente ligados ao meio ambiente, o seu conteúdo não era, de fato, protecionista. Surge, nesse mesmo período, o primeiro códigos de mineração: Decreto 24.642/34.⁴⁸

As primeiras preocupações referentes à utilização dos recursos naturais de forma racional, de fato, ocorreram durante os governos que sucederam a revolução de 1964. O Decreto 58.054/66 promulgou a "Convenção para proteção da Flora, da Fauna e das Belezas Cênicas dos Países da América", e foram criados a Lei de

⁴⁷ OLIVEIRA, Antônio Inagê de Assis. **Introdução à legislação ambiental brasileira e licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2005. p. 29.

⁴⁸ NUNES, Paulo Henrique Faria. **Meio Ambiente & Mineração: desenvolvimento sustentável**. 1 ed. Curitiba: Editora Juruá, 2011. p. 40.

Proteção à Fauna (Lei 5.197/67), o Novo Código Florestal (Lei 4.771/65) e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (Lei 5.318/67) o qual tinha a incumbência de "cumprir e fazer cumprir" tanto o Código Florestal quanto a Lei de Proteção à Fauna.⁴⁹ Nesse mesmo período, foi constituído o atual Código de Mineração, através do Decreto-Lei 227/67.⁵⁰

A partir da década de 80 do século passado é que as normas legais brasileiras passaram a refletir, realmente, a ótica protecionista do meio ambiente. O estabelecimento de legislações ambientais foi uma ferramenta recomendada pelas convenções internacionais, como se pode verificar na Declaração do Rio de 1992 através de seu princípio 11.⁵¹

Os Estados adotarão legislação ambiental eficaz. As normas ambientais, e os objetivos e as prioridades de gerenciamento deverão refletir o contexto ambiental e de meio ambiente a que se aplicam. As normas aplicadas por alguns países poderão ser inadequadas para outros, em particular para os países em desenvolvimento, acarretando custos econômicos e sociais injustificados.

Nesta tônica, surge a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Ela adveio do Poder Executivo para ser, então, amplamente discutida no Legislativo, vindo a ser sancionada em 1981 através da Lei 6.938.⁵² Ao estabelecer o conceito de Recursos Ambientais, a PNMA mudou o enfoque legal que, até então, era nos Recursos Naturais. Conforme a definição da PNMA, os Recursos Ambientais são "a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera". Desse modo, ao abranger os recursos naturais a partir de um conceito muito mais amplo, a Lei 6.938/81 desvincula o enfoque econômico que era dado, historicamente, ao meio ambiente. A partir da PNMA, a proteção deixou de ser específica para o Pau-Brasil ou para outras espécies de flora, fauna ou qualquer outro recurso natural que tivesse valor econômico.⁵³

⁴⁹ OLIVEIRA, Antônio Inagê de Assis. **Introdução à legislação ambiental brasileira e licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2005. p. 41-42.

⁵⁰ NUNES, Paulo Henrique Faria. **Meio Ambiente & Mineração: desenvolvimento sustentável**. 1 ed. Curitiba: Editora Juruá, 2011. p. 68.

⁵¹ ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 1992. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>. Acessado em: 13/06/2014.

⁵² OLIVEIRA, *op. cit.*, p. 29.

⁵³ OLIVEIRA, *loc. cit.*

Outra importante evolução trazida pela PNMA, de extrema relevância para a temática deste trabalho, foi a incorporação do princípio do poluidor-pagador ao marco regulatório brasileiro. Ao colocar "à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de **recuperar e/ou indenizar os danos** (grifo nosso) causados, e ao usuário, de contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos" ⁵⁴ como um de seus objetivos, a PNMA consolida o princípio do poluidor-pagador no Brasil.

3.1 DANO AMBIENTAL

Ao falar em danos causados pelo poluidor, a PNMA trata dos danos ambientais. "A expressão "dano ambiental" tem conteúdo ambivalente e, conforme, o ordenamento jurídico em que se insere, a norma é utilizada para designar tanto as alterações nocivas como efeitos que tal alteração provoca na saúde das pessoas e em seus interesses".⁵⁵ Esse entendimento depreende da interpretação do artigo 3º, incisos II e III, da PNMA que define a degradação da qualidade ambiental como "a alteração adversa das características do ambiente" e a poluição como "a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: (a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; (c) afetem desfavoravelmente a biota; (d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; (e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. Tais conceitos, associados ao conceito de meio ambiente dado pela PNMA, resulta em algo muito amplo, abarcando todos os componentes do meio ambiente, incluindo o patrimônio histórico-cultural. Tem-se, portanto, que, no sistema brasileiro, o dano ambiental refere-se a alterações da capacidade funcional ecológica e da capacidade de aproveitamento dos bens tutelados pelo sistema jurídico-ambiental, sejam esses bens referentes ao patrimônio natural ou ao patrimônio histórico-cultural."⁵⁶

⁵⁴ BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, DF: **Planalto**, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em 23/06/2014.

⁵⁵ STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade civil ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2011. p 99.

⁵⁶ *Ibidem*, p 102-103.

Délton Winter de Carvalho apresenta uma definição de dano ambiental que demonstra a amplitude do conceito.⁵⁷

A articulação entre as definições de degradação ambiental e poluição leva à constatação de que, sendo o dano tradicionalmente considerado como uma lesão a um bem jurídico ou a interesse juridicamente protegido, o dano ambiental, conseqüentemente, consiste nos prejuízos patrimoniais ou extrapatrimoniais ocasionados a interesses que tenham por objeto o meio ambiente. Tais danos podem atingir diretamente o meio ambiente (dano ambiental coletivo), repercutindo na lesão a interesses coletivos ou difusos, ou podem consistir em lesões que tenham como fio condutor o meio ambiente e que, por intermédio deste, atingem (indiretamente ou de forma reflexa) interesses individuais (saúde ou patrimônio). Ainda, em decorrência das previsões legais mencionadas e dos aspectos que compõem o sentido jurídico de meio ambiente, como bem jurídico tutelado, os danos ambientais não se limitam às agressões ao meio ambiente natural, compreendendo, outrossim, as condutas que, direta ou indiretamente, atinjam o meio ambiente em quaisquer de seus aspectos (natural, artificial, cultural e do trabalho) ou dimensões (macro ou microbem).

O conceito de dano ambiental, ainda que seja amplo, deve ser diferido do conceito de impacto ambiental. Essa distinção é necessária para que possa haver desenvolvimento de modo sustentável, ou seja, não há como desenvolver atividades econômicas sem que impactos ao meio ambiente ocorram. Por outro lado, deve-se identificar, claramente, a fronteira que separa o impacto ambiental de um dano ambiental, pois um impacto pode adquirir tamanha proporção que o transformará em dano ao meio ambiente.⁵⁸

A Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, apresenta o conceito de impacto ambiental em seu artigo 1º, auxiliando na interpretação do limite de tolerabilidade de um impacto ambiental.

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

A partir da análise dos impactos ambientais potenciais de um empreendimento, consegue-se definir as características de cada um, qualificando-os e quantificando-os. Ao final desse processo de classificação, se consegue estabelecer quais impactos são: negativos ou positivos ao meio ambiente; diretos ou

⁵⁷ DE CARVALHO, Délton Winter. **Dano ambiental futuro**: a responsabilização civil pelo risco ambiental. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2013. p 102.

⁵⁸ *Ibidem*, p 119.

indiretos; imediatos, a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais. Desse modo, determina-se qual é importância dos prováveis impactos relevantes e planejam-se as medidas mitigadoras para os impactos negativos.⁵⁹ Tendo-se em vista que são medidas mitigadoras, ou seja, medidas de controle ambiental que visam diminuir, minimizar os impactos ambientais negativos, depreende-se que impactos ambientais podem ser aceitos e essa aceitação dependerá do limite de tolerabilidade.

Segundo Délton Winter de Carvalho⁶⁰, “impacto ambiental consiste em qualquer alteração no meio, enquanto o dano consiste em perturbações *significativas* (grifo do autor) sofridas pelo meio ambiente, nas quais houve a superação do limite de tolerabilidade do ambiente (capacidade de assimilar imediatamente os impactos)”. Délton Winter de Carvalho⁶¹ afirma ainda que “em havendo o comprometimento da função ecológica de um determinado ecossistema da capacidade de uso humano de um bem ambiental, no caso dos danos ecológicos, e perda de qualidade ambiental, no caso dos danos ambientais (ambiente cultural, artificial e do trabalho), tem-se a danosidade ambiental **passível de reparação** (grifo nosso)”.

Um dano ambiental é, portanto, um impacto ambiental significativo que, para ser classificado como tal, deve-se lançar mão de ferramentas transdisciplinares tais como estudos de impacto ambiental e perícias ambientais. Apenas desse modo, mediante a análise do caso concreto, é que será possível determinar se a capacidade de absorção e de reciclagem imediata do ecossistema ou bem ambiental foi alterada significativamente, caracterizando num dano ambiental.⁶²

Em existindo o dano ambiental, há a necessidade de repará-lo. Essa reparação pode ocorrer, conforme a PNMA, através de "recuperação e/ou indenização", ou seja, fica imposta a responsabilidade civil ao poluidor. Isso não significa dizer que o ato de poluir pode ser visto como alternativa primeira ao

⁵⁹ BRASIL. Resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acessado em: 23/03/2014.

⁶⁰ DE CARVALHO, Délton Winter. **Dano ambiental futuro: a responsabilização civil pelo risco ambiental**. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2013. p 121.

⁶¹ *Ibidem*, p 122.

⁶² DE CARVALHO, *loc. cit.*

empreendedor, bastando que recupere o meio ambiente ou pague algum tipo de indenização. O empreendedor deve buscar, primeiramente, a adoção de técnicas de prevenção da poluição de modo a evitar a ocorrência dos danos ambientais. Cabe lembrar que o direito ambiental busca, primeiramente, proteger o meio ambiente e que a reparação do dano não consiste em uma questão tecnicamente simples ou, em muitos casos, viável. Citando Edis Milaré.⁶³

2. O dano ambiental

“Dano” e “ambiente” são expressões cobertas de ambigüidade. De qualquer modo, podemos dizer que dano ambiental é a lesão aos recursos ambientais com conseqüente degradação - alteração adversa ou *in pejus* - do equilíbrio ecológico.

.....
Ademais, o dano ambiental é de difícil reparação. Daí que o papel da responsabilidade civil, especialmente, quando se trata de mera indenização é sempre insuficiente. A prevenção nesta matéria - aliás, como em quase todos os aspectos da sociedade industrial - é a melhor, quando não a única solução.

3.2 RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL

Responsabilidade civil é aquela que impõe ao poluidor a obrigação de ressarcir o prejuízo causado por sua conduta. Ela pode ser contratual, quando fundamentada em um contrato, ou pode ser extracontratual, quando decorrer de exigência legal, ato ilícito ou até mesmo por ato lícito.⁶⁴ A responsabilidade civil pelo dano ambiental encontra-se instituída pelo artigo 14, §1º, da PNMA e é objetiva, ou seja, independe da existência de culpa.⁶⁵ O texto da norma legal cita.⁶⁶

Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, **independentemente da existência de culpa** (grifo nosso), a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

⁶³ MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**. Doutrina – prática – jurisprudência – glossário. 2 ed. São Paulo: RT, 2001. p 421.

⁶⁴ SILVA, José Afonso. **Direito ambiental constitucional**. 5 ed. São Paulo: Malheiros, 2004. p 311.

⁶⁵ STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade civil ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2011. p 155.

⁶⁶ BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, DF: **Planalto**, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em 23/06/2014.

O Código Civil, sancionado em 2002 através da Lei 10.406/2002, no parágrafo único de seu artigo 927, "estabeleceu verdadeira cláusula geral de responsabilidade objetiva para as atividades de risco".⁶⁷

Sobreveio, então, o Código Civil de 2002 que, com igual ímpeto de facilitar a obtenção de reparação pela vítima, consagrou o entendimento antecipado pela doutrina e estabeleceu verdadeira cláusula geral de responsabilidade objetiva para as atividades de risco. A partir de então, segundo a redação do parágrafo único do art. 927, "haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem". [...]

A responsabilidade objetiva é baseada na ideia de risco da atividade, bastando que haja a comprovação de existência do dano ambiental e que haja nexo causal entre tal dano e a atividade em questão.⁶⁸

Quanto à atividade específica de mineração, os diplomas legais também disciplinam a responsabilidade civil pelos danos ambientais ocorridos. A exemplo disso, a Lei nº 7.805, de 18 de Julho de 1989, que altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração), no artigo 19, determina que o detentor dos títulos minerários expedidos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) deve responder por danos causados ao meio ambiente.⁶⁹

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.

A responsabilidade civil pelos danos ambientais encontra-se, principalmente, definida na CFB/88, artigo 225, em seus §§2º e 3º. O §2º refere-se, especificamente, à mineração e, o § 3º, estabelece as três esferas distintas de responsabilidade jurídica aos infratores que desenvolverem atividades lesivas ao meio ambiente: penal, administrativa e civil.⁷⁰

⁶⁷ MONTEIRO FILHO, Carlos Edison do Rêgo. Artigo 944 do Código Civil: o problema da mitigação do Princípio da Reparação Integral. In: **REVISTA DE DIREITO**, v. 63. Procuradoria Geral do Estado. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/pge/exibeConteudo?article-id=263388>>. Acessado em: 11/06/2014.

⁶⁸ THOMÉ, Romeu. **Manual de Direito Ambiental**. 3 ed. Salvador: Editora Juspodivm, 2013. p. 61.

⁶⁹ 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. Brasília, DF: **Planalto**, 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7805.htm>. Acessado em: 13/06/2014.

⁷⁰ BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Senado**, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 23/06/2014.

§ 2º - Aquele que **explorar recursos minerais** (grifo nosso) 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.

Considerando-se que a própria CFB/88, norma constitucional brasileira, determina a exploração de recursos minerais como uma atividade obrigada a recuperar o meio ambiente degradado, não resta dúvidas sobre a responsabilidade civil ambiental do minerador em recuperar as áreas degradadas por seus processos produtivos. O nexo causal está estabelecido diretamente na carta magna do Estado brasileiro, tornando-se necessária, apenas, a comprovação de existência do dano.

3.3 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

A constatação de existência do dano ambiental, através da identificação de áreas cuja qualidade ambiental tenha sido degradada de modo a provocar desequilíbrio ecológico ou perturbações ao bem-estar e à qualidade de vida das pessoas, somada à existência de nexo causal gerará ao agente causador do dano o dever de repará-lo. Essa reparação ocorrerá, conforme a PNMA, através de "recuperação e/ou indenização".

A Política Nacional do Meio Ambiente apresenta, no artigo 2º, inciso VIII, o termo "recuperação de áreas degradadas"⁷¹ (RAD) ao defini-la como um de seus princípios. Posteriormente, através do Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, a RAD é regulamentada e o caso específico da mineração é, então, relacionado a esse tema ao ser determinada a exigência de apresentação de plano de recuperação de área degradada (PRAD) para os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais.⁷²

Art. 1º Os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório do Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente, plano de recuperação de área degradada.

⁷¹ BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, DF: **Planalto**, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em 23/06/2014.

⁷² BRASIL. Decreto nº 97.632 de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Brasília, DF: **Planalto**, 1989. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm>. Acessado em 15/06/2014.

O mesmo Decreto n° 97.632, de 10 de abril de 1989, também define o conceito de degradação como "os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais", em seu artigo 2°, e, em seu artigo 3°, determina o objetivo da recuperação ambiental como "o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente".

Neste mesmo período do final da década de 80 do século passado, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CFB/88, artigo 225, §2°) especificou o dever do minerador em recuperar o meio ambiente degradado por sua atividade. Desse modo, a Carta Magna ligou a exploração mineral, diretamente, ao princípio da "recuperação de áreas degradadas" da PNMA, conforme cita Edis Milaré⁷³.

Atendo a isso e ciente o legislador constituinte da impossibilidade física de se atingir o subsolo sem interferir na área superficiária da jazida mineral e no seu entorno, após ter consagrado o interesse público existente sobre o aproveitamento desse bem, impôs ao minerador a responsabilidade de "recuperar o meio ambiente degradado", segundo solução técnica exigida pelo órgão público, na forma preconizada no art. 225, § 2°, VIII, já se referia à "recuperação de áreas degradadas" como um dos princípios programáticos informadores da Política Nacional do Meio Ambiente.

A partir do marco regulatório brasileiro, tem-se a atividade de recuperação de áreas degradada como uma obrigação do minerador com vistas a um plano preestabelecido de uso do solo. Assim sendo, torna-se necessário definir, previamente, durante a elaboração dos estudos ambientais que integram o rito do licenciamento ambiental da atividade, qual será o uso futuro do solo que integra a área a ser degradada durante a mineração.

O conceito de uso futuro deve ser adotado pelos mineradores, visto que a mineração trata da exploração de bens naturais não renováveis. Esse esgotamento das reservas minerais lhe atribui o caráter de temporariedade, logo um PRAD deve considerar, em seu cronograma, os eventos relativos ao fechamento da mina e às

⁷³ MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. 5 ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007. p. 169 -170.

demandas de uso futuro que serão ditadas por requisitos legais e demandas diversas de partes interessadas internas e externas à empresa mineradora.⁷⁴

Quanto aos requisitos legais que norteiam o estabelecimento do uso futuro das áreas mineradas, cabe destacar, inicialmente, aqueles previstos como instrumentos de política urbana no artigo 4º da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, conhecida como Estatuto das Cidades. Os planos diretores e os zoneamentos ambientais dos municípios são exemplos desses requisitos, pois, invariavelmente, o aumento das populações e o crescimento das cidades acabam por inserir as minas em zonas urbanas municipais, devendo-se considerar, portanto, os importantes aspectos pertinentes ao meio ambiente cultural. A exemplo disso, há registros de antigas pedreiras que foram, em seu processo de fechamento de mina, convertidas em teatros, parques e universidades.⁷⁵

Além do meio ambiente urbano, há importantíssimos requisitos legais que se aplicam ao meio ambiente natural e que orientam e condicionam os trabalhos de recuperação ambiental de áreas degradadas pelas atividades econômicas com vistas ao uso futuro dessas áreas. No caso da mineração, conforme já citado anteriormente, é incontroversa a necessidade de se harmonizar tal atividade com a proteção dos ecossistemas naturais. Por esse motivo, o ordenamento jurídico brasileiro permite e disciplina a exploração mineral em diversas modalidades de áreas ambientalmente protegidas: áreas de preservação permanente, reservas legais, unidades de conservação da natureza, terras indígenas e na vegetação de Mata Atlântica.⁷⁶ Todavia, depois de degradadas pela mineração, essas áreas de grande relevância ambiental precisam ser recuperadas com vistas ao seu uso futuro. Nesses casos, o uso futuro não deverá ser diferente daquele uso ao qual a área já se destinava originalmente e cujos objetivos ambientais encontram-se preconizados na legislação brasileira.

A título de ilustrar o acima afirmado, pode-se citar os casos em que ocorre a mineração em áreas de preservação permanente (APP's). A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, também chamada de Novo Código Florestal, define "Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação

⁷⁴ SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Guia para o planejamento do fechamento de mina**. 1 ed. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013. p 27.

⁷⁵ THOMÉ, Romeu. **Manual de Direito Ambiental**. 3 ed. Salvador: Editora Juspodivm, 2013. p. 544.

⁷⁶ THOMÉ, *loc. cit.*

nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas". Ou seja, APP's são áreas relevantes ambientalmente e, como tal, sua vegetação e funções ecológicas devem ser preservadas. São áreas destinadas exclusivamente à proteção de suas funções ecológicas caracterizadas pela intocabilidade e vedação ao uso econômico direto.⁷⁷

Ainda com tamanha proteção prevista na legislação vigente, há questões excepcionais que permitem que as APP's sejam suprimidas. Isso ocorre nos casos cuja finalidade de uso do solo seja considerada de utilidade pública ou de interesse social, conforme previsto no artigo 8º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. No artigo 3º, inciso VIII, alínea b dessa mesma lei, a mineração aparece como uma atividade de utilidade pública sob o texto:⁷⁸

b) as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovados pelos Municípios, saneamento, gestão de resíduos, energia, telecomunicações, radiodifusão, instalações necessárias à realização de competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais, bem como **mineração, exceto, neste último caso, a extração de areia, argila, saibro e cascalho** (grifo nosso);

Muito embora a mineração seja permitida excepcionalmente em algumas áreas ambientalmente protegidas, via de regra, essa área não perderá esse status de ser após ter sido degradada pela mineração. Sendo assim, a escolha das técnicas de RAD será orientada de modo que essas áreas ambientalmente protegidas retomem suas funções ambientais conforme sua categoria original. Uma APP, por exemplo, após degradada, deverá ser recuperada para que volte a desempenhar suas funções ambientais de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Esses critérios deverão ser, portanto, tomados como objetivos dos planos de

⁷⁷ THOMÉ, Romeu. **Manual de Direito Ambiental**. 3 ed. Salvador: Editora Juspodivm, 2013. p. 545.

⁷⁸ BRASIL. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: **Planalto**, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acessado em: 15/06/2014.

recuperação de áreas degradadas a serem desenvolvidos para essas áreas específicas.

Outros textos, referentes a tipos distintos de áreas ambientalmente protegidas, poderiam ser extraídos de requisitos legais que preveem, também excepcionalmente, a mineração nesses locais. Todavia, o objetivo é apenas ilustrar a existência desse tipo de viabilidade legal e dar foco às implicações que tal viabilidade provoca no processo de recuperação ambiental dessas áreas após sua degradação. Portanto, na recuperação ambiental, documentos de ordem legal que disciplinam as áreas especialmente protegidas, tais como a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 e os planos de manejo de unidades de conservação da natureza, a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (Lei da Mata Atlântica) e o Novo Código Florestal fornecerão subsídios importantes para os PRAD's.

Além das áreas especialmente protegidas e das áreas urbanas, há as áreas rurais utilizadas com fins produtivos tais como a agropecuária e a silvicultura. Nesse tipo de área, a legislação ambiental vigente não impõe critérios específicos quanto ao uso futuro a ser estabelecido. Cabe, então, a determinação do uso futuro dessas áreas através do envolvimento das partes interessadas e levar em consideração a vocação natural e o uso econômico originalmente adotado nesses locais. As partes interessadas são compostas por pessoas internas ou externas à organização mineradora. Os donos de terra (superficiários) das áreas nas quais a mineração se desenvolverá e seus lindeiros são exemplos de partes interessadas externas. Os engenheiros de minas, engenheiros ambientais, geólogos e demais componentes do quadro técnico da mineradora são exemplos de pessoas internas à organização.⁷⁹

Em síntese, todas as atividades de recuperação ambiental deverão ser planejadas previamente à implantação de um empreendimento e, nesse planejamento, deverá constar um cronograma incluindo todas as etapas do empreendimento desde a sua implantação, operação e, no caso da mineração, seu fechamento visto que os recursos minerais não são renováveis e, conseqüentemente, as minas tem vida útil predefinida. Esse planejamento se traduz através de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas ou PRAD e está previsto como parte integrante dos estudos ambientais pertencentes ao processo de licenciamento ambiental, conforme o inciso III do artigo 1º da Resolução CONAMA

⁷⁹ SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Guia para o planejamento do fechamento de mina**. 1 ed. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013. p 187.

nº 237, de 19 de dezembro de 1997 que disciplina o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.⁸⁰

Apesar da recuperação ambiental de áreas degradadas ser o objetivo primeiro quando se trata de um dano ambiental, é preciso destacar que, nem sempre, a RAD é viável. Nesses casos, lança-se mão de outras formas de reparação do dano, buscando-se a compensação ambiental em primeiro lugar. A compensação ambiental ou compensação ecológica é tratada amplamente na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e consiste da substituição de bens naturais degradados por bens equivalentes de modo que o patrimônio natural resulte inalterado.⁸¹ A exemplo disso, a Lei da Mata Atlântica - Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 – no inciso II do artigo 32 descreve.

II - adoção de medida compensatória que inclua a **recuperação de área equivalente à área do empreendimento** (grifo nosso), com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica e sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica, independentemente do disposto no art. 36 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000.

O inciso supracitado detalha uma das condicionantes previstas na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, para que a mineração possa ser realizada em áreas cujo bioma é a Mata Atlântica. A lei determina que, além do dever de recuperar a área a ser degradada pela mineração, o empreendedor deve recuperar uma área equivalente àquela por ele degradada como forma de compensar a perda temporária dos serviços ambientais que a primeira prestaria. A compensação ambiental é, portanto, um processo de recuperação de áreas degradadas que como tal deverá ser contemplada através de um PRAD.

O PRAD consiste em um documento técnico que deve abarcar todos os aspectos relativos à recuperação ambiental propriamente dita. Esse documento de planejamento prevê técnicas de correção topográfica, implantação de sistemas de drenagem, a escolha de espécies vegetais a serem introduzidas no solo, dentre outros aspectos. No entanto, a mineração é uma atividade composta por diversos

⁸⁰ BRASIL. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acessado em: 27/06/2014.

⁸¹ STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade Civil Ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2011. p. 225.

processos que se desenvolvem em diferentes períodos de tempo e que culminam com o fechamento da mina, ou seja, o ciclo de vida de uma mina precisa ser levado em conta no planejamento da recuperação de áreas degradadas e, em especial, detalhar a etapa de fechamento que é quando se desenvolvem a maior parte das ações de recuperação.

A necessidade evitar que, por exemplo, instalações de processamento de minerais e prédios de apoio ficassem abandonados em meio às áreas rurais e a necessidade de se identificar as demandas das partes envolvidas para a determinação do uso futuro das áreas, provocou o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) a, em exercício das atribuições que lhe competem, criar as Normas Reguladoras da Mineração. A primeira importante menção sobre fechamento de mina ocorreu com o advento da Portaria n° 237, editada pelo Diretor Geral do DNPM, em 18 de outubro de 2001 e alterada pela Portaria n° 12, de 22 de janeiro de 2002, que instituiu Normas Reguladoras de Mineração - NRM, constituídas por um conjunto de vinte e duas normas que abordam os mais diversos aspectos da atividade mineral, indo desde normas gerais até o fechamento de mina.⁸² A NRM20, intitulada “Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras” aborda o fechamento de minas no item 20.4, descrevendo uma relação de instrumentos comprobatórios a serem apresentados quando o empreendedor solicita o fechamento de uma mina os quais apresentam grande relevância quanto à recuperação de áreas degradadas.⁸³

20.4 Fechamento de Mina

20.4.1 Para o fechamento de mina, após comunicação prévia, é obrigatório o pleito ao Ministro de Estado de Minas e Energia, em requerimento justificativo devidamente acompanhado de instrumentos comprobatórios nos quais constem:

- a) relatório dos trabalhos efetuados;
- b) caracterização das reservas remanescentes;
- c) **plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infra-estrutura do empreendimento mineiro indicando o destino a ser dado aos mesmos** (grifo nosso);
- d) atualização de todos os levantamentos topográficos da mina;
- e) planta da mina na qual conste as **áreas lavradas recuperadas, áreas impactadas recuperadas e por recuperar** (grifo nosso), áreas de

⁸² FARIAS, Carlos Eugênio Gomes; COELHO, José Mário. **Relatório Preparado para o CGEE:** PNUD – Contrato 2002/001604. 2002. 39 p. p. 21.

⁸³ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Norma Regulamentadora de mineração 20: Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras.** 2001. Disponível em <http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/nrm_20.htm>. Acessado em 19/06/2014.

- disposição do solo orgânico, estéril, minérios e rejeitos, sistemas de disposição, vias de acesso e outras obras civis;
- f) programa de acompanhamento e monitoramento relativo a:
- I- sistemas de disposição e de contenção;
 - II- taludes em geral;
 - III- comportamento do lençol freático e
 - IV- drenagem das águas;
- g) plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos, com caracterização de parâmetros controladores;
- h) plano de controle de lançamento de efluentes com caracterização de parâmetros controladores;
- i) medidas para impedir o acesso à mina de pessoas estranhas e interditar com barreiras os acessos às áreas perigosas;
- j) definição dos impactos ambientais nas áreas de influência do empreendimento levando em consideração os meios físico, biótico e antrópico;
- l) aptidão e intenção de uso futuro da área** (grifo nosso);
- m) conformação topográfica e paisagística levando em consideração aspectos sobre a estabilidade, controle de erosões e drenagens** (grifo nosso);
- n) relatório das condições de saúde ocupacional dos trabalhadores durante a vida útil do empreendimento mineiro e
- o) cronograma físico e financeiro das atividades propostas.

A análise do item 20.4 da NRM20 demonstra a preocupação do DNPM em prevenir a geração das chamadas “minas abandonadas” e das “minas órfãs”, pois ocorria o total abandono das áreas mineradas por alguns empreendedores os quais realizavam ações isoladas de recuperação ambiental, mas que, de fato, não garantiam o uso futuro da área. Não eram raros os casos nos quais as ações de recuperação tinham eficácia temporária e as áreas retornavam ao estado prévio de degradação ou casos nos quais as instalações industriais não eram desmontadas e destinadas corretamente a exemplo do que ocorria no estado de Minas Gerais.⁸⁴

O tema “planejamento de fechamento de minas” ainda é um assunto novo no Brasil, todavia está recebendo a devida atenção tendo em vista sua importância para a recuperação de áreas degradadas na mineração e respectivo uso futuro. Os estados com maior atividade mineral estão sendo pioneiros no tratamento do assunto. Esse é o caso de Minas Gerais que desenvolveu sua regulamentação própria através do CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). Em 29 de novembro de 2008, publicou a Deliberação Normativa COPAM Nº 127, de 27 de Novembro de 2008, que estabelece diretrizes e procedimentos para avaliação

⁸⁴ TONIDANDEL, Rodrigo; DE LIMA, Hernani M.; PARIZZI, Maria G.; COTA, Pietro V. Legal and environmental aspects of the closure of dams used in mining activity in the state of Minas Gerais, Brazil. In: MINE CLOSURE SOLUTIONS 2014, April 26–30, 2014, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. **Proceedings**. Ouro Preto: Infomine, 2014. 1 pen drive.

ambiental da fase de fechamento de mina a partir da qual traz importantes definições e procedimentos.

IX - Plano Ambiental de Fechamento de Mina - Pafem: instrumento de gestão ambiental formado pelo conjunto de informações técnicas, projetos e ações visando à manutenção da segurança, ao monitoramento e à **reabilitação da área impactada pela atividade minerária** (grifo nosso).

X - Reabilitação ambiental de área impactada por atividade minerária: processo que deve ser executado **ao longo da vida do empreendimento**, de forma a garantir à área impactada uma condição estável, produtiva e auto-sustentável, com **foco no uso futuro**, valorizando o bem-estar individual e comunitário (grifos nossos).

XI - Uso futuro da área minerada: utilização prevista da área impactada pela atividade minerária levando-se em consideração as suas aptidões, a intenção de uso pós-operacional, as características dos meios físico e biótico e os aspectos sócio-econômicos da região.

4 DANOS AMBIENTAIS E AS TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO ADOTADAS NA MINERAÇÃO

A mineração pode ser definida como a extração de minerais existentes nas rochas e/ou no solo. Trata-se de uma atividade de natureza fundamentalmente econômica que também é referida como indústria extrativa mineral ou indústria de produtos minerais. O DNPM utiliza a definição de mineração estabelecida pela ONU.⁸⁵

“Segundo a classificação internacional adotada pela ONU, define-se mineração como sendo a **extração, elaboração e beneficiamento de minerais que se encontram em estado natural: sólido, como o carvão e outros; líquido, como o petróleo bruto; e gasoso, como o gás natural** (grifo nosso). Nesta acepção mais abrangente, inclui a exploração das minas subterrâneas e de superfície (ditas a céu aberto), as pedreiras e os poços, incluindo-se aí todas as atividades complementares para preparar e beneficiar minérios em geral, na condição de torná-los comercializáveis, sem provocar alteração, em caráter irreversível, na sua condição primária”.

A partir do conceito de mineração, verifica-se que ela é composta por uma série de operações, as quais iniciam, na verdade, pela pesquisa através de campanhas de sondagem, galerias, poços e trincheiras nas jazidas minerais com o objetivo de se determinar o tamanho da reserva mineral. A extração através de lavra e o beneficiamento ocorrerão apenas após comprovada a viabilidade econômica da reserva. A mineração vai, portanto, além da simples extração, e por isso é necessário conhecer as características de cada operação identificando em quais delas, e como, os danos ambientais são ocasionados.⁸⁶

4.1 OPERAÇÕES DE MINERAÇÃO

A mineração é uma atividade cara e complexa que inicia com a localização de jazidas minerais. Determinar o tamanho das reservas de uma jazida é o objetivo da

⁸⁵ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Mineração**. Disponível em: <<http://www.dnpm-pe.gov.br/Geologia/Mineracao.php>>. Acessado em: 19/06/2014.

⁸⁶ DOS SANTOS, Roberto Márcio. **Análise propositiva da divergência entre o volume físico e o volume contábil de pilha de produto mineral**. 2010. 98 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Beneficiamento Mineral). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. p 15.

pesquisa mineral, ou seja, determinar a quantidade e a qualidade do minério disponível.⁸⁷

Uma vez determinado o local e o tamanho aproximado da reserva, os engenheiros de minas estudam a melhor maneira de realizar a mineração e elaboram os planos de lavra. Desse modo, consegue-se fazer uma análise de viabilidade econômica da mineração na reserva em estudo e decidir acerca do início das operações de lavra e de beneficiamento.⁸⁸

4.1.1 Pesquisa

A pesquisa mineral tem seu conceito definido através do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, que, em seu artigo 14, apresenta o seguinte texto: “Entende-se por pesquisa mineral a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade do seu aproveitamento econômico”. Dentre os trabalhos necessários à definição da jazida, aqueles que geram interações com o meio ambiente são as “aberturas de escavações visitáveis e execução de sondagens no corpo mineral”.⁸⁹

As escavações visitáveis e as sondagens utilizam equipamentos que precisam acessar os locais planejados para seu uso. Esses locais, devido à rigidez locacional das jazidas minerais, encontram-se comumente em áreas cobertas por vegetação nativa ou em áreas de preservação permanente. Logo, é preciso que sejam construídos acessos aos pontos de interesse e, por conseguinte, suprimir vegetação nativa e abrigos de fauna por exemplo. No caso das escavações visitáveis, o impacto ambiental gerado é maior, visto que se remove solo e que a largura dos acessos são maiores do que aqueles usados nas sondagens, impactando não apenas a biota, mas o solo também.⁹⁰

⁸⁷ DOS SANTOS, Roberto Márcio. **Análise propositiva da divergência entre o volume físico e o volume contábil de pilha de produto mineral**. 2010. 98 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Beneficiamento Mineral). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. p. 15.

⁸⁸ DOS SANTOS, *loc.cit.*

⁸⁹ BRASIL. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Brasília, DF: **Planalto**, 1967. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm>. Acessado em: 27/06/2014.

⁹⁰ BORGES, Ana Luiza (Coordenadora). **Mineração e meio ambiente**. Brasília: IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração, 1992. p. 44.

4.1.2 Extração mineral

A mineração se utiliza de métodos distintos de extração. A escolha do método a ser adotado dependerá de critérios técnicos de engenharia e geologia e da localização dos recursos. Esses métodos podem ser classificados como lavra em superfície ou a céu aberto, e lavra subterrânea. Em algumas minas, a mineração pode ser mista, ou seja, usar ambos os métodos de extração mineral.⁹¹

4.1.2.1 Extração em superfície ou a céu aberto

A lavra a céu aberto, no caso do carvão mineral, é desenvolvida essencialmente pelo método de lavra em tiras (*strip mining*). As camadas de solo superficial e de outras formações subterrâneas que recobrem as camadas de carvão e constituem uma cobertura estéril, são removidas no estágio inicial de lavra. Essa etapa é básica para que as camadas de carvão possam ser alcançadas e lavradas. Esse método de exploração envolve, em geral, a remoção de grandes volumes de estéril para cada tonelada de carvão produzida. Isso eleva o risco de geração de impactos ambientais, caso a lavra não seja adequadamente planejada e a recuperação da área degradada definida e executada desde seu início.⁹²

Os impactos ambientais da lavra a céu aberto estarão ligados a sua correta execução a qual variará conforme o tipo dos equipamentos adotados nesse sistema de lavra. Em decorrência do fato de que a área de lavra de carvão a céu aberto ser muito extensa quando comparada à lavra subterrânea, grandes equipamentos de escavação, transporte e carregamento podem ser envolvidos. Sendo assim, é preciso levar em consideração diversos fatores determinantes à escolha e dimensionamento dos equipamentos a serem usados: tamanho do depósito de carvão, distribuição das camadas de carvão, controle estrutural do depósito, disponibilidade de equipamentos e compatibilidade com outros equipamentos, vida útil do depósito e taxa de produção de carvão.⁹³

A escolha de um método específico de lavra de carvão a céu aberto é condicionada, em geral, ao sistema de remoção da cobertura (descobertura). Essa

⁹¹ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

⁹² KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite, *loc cit.*

⁹³ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite, *loc cit.*

operação unitária de lavra envolve os maiores capitais e custos operacionais, logo deve ser o principal fator de escolha. Uma vez determinado o método de descobertura e o equipamento complementar, são escolhidos os sistemas de equipamentos compatíveis para as outras operações unitárias de lavra, tais como desmonte da camada, carregamento e transporte do carvão, e outras de apoio. O objetivo principal desse dimensionamento de método é maximizar a extração de carvão e minimizar os impactos ambientais e os custos operacionais. Considerando-se o equilíbrio entre produção, custos e meio ambiente, costuma-se usar os seguintes métodos de lavra a céu aberto: lavra de descobertura com *dragline* (dragline stripping method) e lavra em bancadas/escavadeira – caminhões.⁹⁴

O método de descobertura com *dragline* foi, por exemplo, adotado em Santa Catarina pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). O método consiste na abertura de um corte inicial, removendo o carvão exposto nesse corte e colocando o material de cobertura do próximo corte longitudinal dentro desse inicial. O procedimento é repetido corte a corte. Este método é empregado em depósitos de carvão com camadas horizontalizadas ou moderadamente inclinadas, com espessuras relativamente constantes do material de cobertura. As draglines são escolhidas para esse tipo de operação devido, basicamente, a sua versatilidade em diversas condições de operação e do competitivo custo unitário de material escavado.⁹⁵

A lavra em bancadas é o outro método utilizado na mineração do carvão mineral. Ela é adotada, preferencialmente, quando as camadas de carvão são relativamente espessas, horizontalizadas ou levemente inclinadas e apresentam baixa razão de descobertura, ou seja, é preciso remover menor quantidade de material estéril para que se alcancem as camadas de carvão mineral. O método inicia com a abertura de uma cava colocando-se a cobertura em uma área de bota-fora. A seguir, o carvão é removido da cava inicial e o próximo corte é feito na direção de avanço da lavra, sendo que a cobertura é transportada para a área já

⁹⁴ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

⁹⁵ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite, *loc cit.*

lavrada onde é depositada. O carvão é removido e o processo se repete à medida que a cava avança.⁹⁶

Independentemente do método de lavra a ser adotado, o uso de explosivos pode ser necessário. Nos casos em que camadas de rocha encontram-se sobrepostas às camadas de carvão mineral ou quando o próprio carvão apresenta resistência significativa ao desmonte mecânico, lança-se mão do uso de explosivos.⁹⁷

O processo de lavra a céu aberto, assim como qualquer outro tipo de extração de minerais, requer cuidados especiais com as questões ambientais. A remoção das camadas de solo e de rochas que se encontram sobre o carvão é uma atividade altamente degradadora do meio ambiente a partir da qual se interfere na flora, na fauna, em seus habitats, no solo, nas águas e subterrâneas principalmente. Caso não haja o adequado planejamento das atividades de lavra a céu aberto nem sejam observados os padrões de recuperação necessários e indispensáveis para que se mantenha a qualidade do meio ambiente no entorno das áreas mineradas, podem-se gerar danos ambientais de importante magnitude e de difícil reversão. As atividades de lavra a céu aberto realizadas em Santa Catarina nas décadas passadas constituem um exemplo do quão impactante a mineração de lavra a céu aberto pode ser quando não considera variáveis ambientais em seu planejamento. Nesse caso, o material estéril, incluindo o material de descobertura, e os rejeitos foram dispostos sem controle e o solo não foi preservado.⁹⁸

Em Santa Catarina, muitas áreas mineradas foram, simplesmente, abandonadas gerando diversos problemas incluindo a formação de drenagem ácida de mina, degradação da paisagem, erosão e liberação de gases para a atmosfera. Ficou comprometida a qualidade dos recursos ambientais tais como as águas superficiais e subterrâneas, o ar e o solo. Alguns desses impactos ainda persistem na região. T tamanha degradação da qualidade ambiental gerou um clamor popular de tal ordem que praticamente a lavra a céu aberto de carvão desapareceu do

⁹⁶ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

⁹⁷ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite, *loc cit.*

⁹⁸ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite, *loc cit.*

cenário de mineração no estado de Santa Catarina.⁹⁹ Esse clamor resultou na ação civil pública (ACP), decorrente do processo 93.8000533-4, proposta pelo o Ministério Público Federal, em 1993, na Justiça Federal em Criciúma/SC. No registro de sentença 20.097 de 05/01/2000, em sua página 53, são registrados os danos ambientais decorrentes da mineração de carvão realizada sem controle ambiental em SC.¹⁰⁰

No caso específico da Bacia Carbonífera do Estado de Santa Catarina, a inadequada disposição de rejeitos sólidos e de águas efluentes da mineração e beneficiamento de carvão acarretou uma degradação ambiental tão severa que a região foi considerada, pelo Decreto 85.206, de 25 de setembro de 1980, a 14ª ÁREA CRÍTICA NACIONAL para efeito de Controle da Poluição e Qualidade Ambiental. Os principais problemas são os seguintes: comprometimento da malha hidrográfica da região em 2/3 de sua extensão; os valores de pH das águas dos rios atingem em certos trechos o nível de 2 a 3 unidades, com elevados teores de acidez e de sulfatos de ferro; grandes extensões da rede hidrográfica encontram-se assoreadas pela deposição de finos e ultrafinos de carvão e dos rejeitos de materiais xistosos e argilosos, com acentuada turbidez e concentração de sólidos sedimentáveis, concorrendo para incrementar os efeitos de transbordamento verificados na região; prejuízos às atividades agropastoris; as zonas lacustres situadas a jusante das bacias hidrográficas têm sido atingidas por cargas poluentes insuportáveis à manutenção da vida aquática, com sérios prejuízos à indústria pesqueira e turística locais; degradação de extensas áreas rurais e urbanas devido à deposição de rejeitos sólidos em locais e sob forma inadequados.

A bacia do rio Araranguá apresenta elevados níveis de comprometimento, causados principalmente por resíduos da extração de carvão, tendo suas águas elevada acidez, concentração de sulfato, fortes concentrações de ferro, níquel, cádmio e sólidos totais.

.....

Os danos ambientais causados foram evidentes e resultantes da total falta de cuidados ambientais, conforme ressalta a sentença. O valor total desta ACP foi de US\$ 95.902.079,00 o qual foi estimado como aquele necessário estimado para a realização do Projeto de Recuperação da Qualidade de Vida da Região Sul de Santa Catarina (PROVIDA-SC). Em sentença, o Juiz Federal da 1ª Vara, Paulo Afonso

⁹⁹ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

¹⁰⁰ BRASIL. Justiça Federal. Ação civil pública do carvão. **Sentença**. Santa Catarina. Disponível em: <<https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/admin/imagens/noticias/file/acp%2000-25439.pdf>>. Acessado em: 13/06/2014.

Brum Vaz, determinou pela reparação dos danos ambientais decorrentes da atividade mineradora de carvão realizada em SC conforme segue.¹⁰¹

Ante o exposto: 1. julgo procedente o pedido inicial, para condenar as empresas mineradoras que figuram no pólo passivo; seus sócios-gerentes, mandatários ou representantes (ou sucessores), a União Federal e o Estado de Santa Catarina, solidariamente, ressalvada empresa Nova Próspera mineração S/A, cuja responsabilidade é apenas subsidiária da responsabilidade da Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, a apresentar, dentro de 6 meses, a partir da intimação da sentença, um projeto de recuperação da região que compõe a Bacia Carbonífera do Sul do Estado, contemplando, no mínimo, todos os itens assinalados no PROVIDA-SC, com cronograma mensal de etapas a serem executadas, e executar dito projeto no prazo de 3 (três) anos, contemplando as áreas de depósitos de rejeitos, áreas mineradas a céu aberto e minas abandonadas, bem como o desassoreamento, fixação de barrancas, descontaminação e retificação dos cursos d'água, além de outras obras que visem amenizar os danos sofridos principalmente pela população dos municípios-sede da extração e do beneficiamento; 2. é cominada aos condenados a pena de multa de 1% do valor da causa por mês de atraso no prazo de entrega do projeto ou no cronograma de execução; 3. em caso de não acatamento da ordem emanada neste *decisum*, sem prejuízo da incidência da pena pecuniária cominada, como medida de sub-rogação, será contratado, às expensas dos condenados, terceiro que elabore e execute o projeto (art. 461, §5º, CPC); 4. Ficam as mineradoras ainda em atividade obrigadas a ajustar suas condutas às normas de proteção ambiental, comprovando, no prazo de 60 dias, sob pena interdição, o cumprimento de todas as exigências legais, junto à FATMA e ao DNPM, que deverão apresentar, em idêntico prazo, relatório circunstanciado de visita fiscalizatória em todas as minas em atividade na região, comprovando as eventuais medidas de esclarecimento e punição que adotarem (art. 461 do CPC); e 5. Cumpre ao autor da ação, diretamente ou através de outra entidade que venha a indicar, opinar sobre o projeto a ser apresentado, que será objeto de chancela judicial, fiscalizando sua execução até a conclusão.

4.1.2.2 Extração subterrânea

A mineração subterrânea de carvão no Brasil se desenvolveu, essencialmente, a partir do método de lavra em câmaras e pilares. Os dois principais estados produtores de carvão, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, adotam ou adotaram esse método sendo que, atualmente, em Santa Catarina, encontram-se as principais minas subterrâneas em atividade.¹⁰²

A popularidade do método de câmaras e pilares na lavra de carvão brasileira é decorrente do fato de que cerca de 90% das atividades de lavra de carvão em

¹⁰¹ BRASIL. Justiça Federal. Ação civil pública do carvão. **Sentença**. Santa Catarina. Disponível em: <<https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/admin/imagens/noticias/file/acp%2000-25439.pdf>>. Acessado em: 13/06/2014.

¹⁰² KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

subsolo nos Estados Unidos são ou foram desenvolvidas por essa técnica. Igualmente no Brasil, esse método foi e continua sendo a principal técnica empregada na lavra de carvão em subsolo.¹⁰³

O método de câmaras e pilares é utilizado, principalmente, em depósitos com camadas horizontais ou levemente inclinadas nas quais o teto pode ser sustentado, inicialmente, por pilares naturais. O carvão é extraído a partir de câmaras que são uma espécie de túnel. Elas têm seção retangular sendo que parte do carvão é deixada entre essas câmaras exercendo a função de pilares com o objetivo de sustentar o teto. Os pilares são organizados em forma retangular ou quadrada, formando quadras, de modo a simplificar o planejamento e as operações de lavra. As dimensões das câmaras e dos pilares dependem de diversos fatores que incluem a espessura e profundidade do depósito, a estabilidade do teto e a resistência do pilar. A extração máxima de carvão compatível com a segurança dos trabalhos é o principal objetivo a ser alcançado, visto que quanto menores forem os pilares, menor será a capacidade que eles terão de suportar o peso do teto. Exemplos de mineração de carvão em lavra subterrânea utilizando-se o método de câmaras e pilares em SC demonstram que apenas 55% do carvão são recuperados, ficando o restante nos pilares de sustentação. Por outro lado, existe a possibilidade técnica de se minerar os pilares através da chamada “lavra em retração”, permitindo o desabamento do teto.¹⁰⁴

O método câmaras e pilares requer o uso de poços para a ventilação das frentes de lavra e para o escoamento da produção à superfície. Correias transportadoras, carregadeiras frontais e demais serviços de apoio são estendidos com o avanço da lavra. Em muitos casos de lavra de carvão em subsolo, são utilizados parafusos de teto para sustentação temporária do teto das câmaras, constituindo-se no mais barato método para manter a estabilidade do teto durante o

¹⁰³ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro**: Tecnologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

¹⁰⁴ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite, *loc cit.*

desenvolvimento da lavra. No passado, era utilizado essencialmente escoramento com madeira.¹⁰⁵

De maneira similar àquela empregada na lavra a céu aberto, o desmonte do carvão com explosivos empregando o uso de furação e detonação pode ser empregado. Sistemas mais produtivos e mais usuais em minas mecanizadas são os sistemas contínuos de mineração. Esses utilizam um equipamento denominado minerador contínuo que, como o próprio nome indica, reduz o número de operações unitárias de lavra e, conseqüentemente, os custos operacionais.¹⁰⁶

Outro método de mineração subterrânea, pouco utilizado no Brasil, é o chamado método de lavra *Longwall*. Essa é uma técnica de eficiência comprovada para a lavra subterrânea de jazidas de carvão sub-horizontais. Ela consiste no uso de equipamentos hidráulicos que suportam o teto da mina enquanto as operações de desmonte e transporte do carvão à superfície ocorrem. Ao terminar o carvão da frente de lavra em exploração, o equipamento é deslocado permitindo que o teto atrás dele passe por subsidência sem que a frente de lavra e as equipes de trabalho corram riscos de segurança.¹⁰⁷

Sob o aspecto ambiental, a lavra subterrânea apresenta particularidades que diferem seus impactos ambientais daqueles proporcionados pela mineração a céu aberto. No que diz respeito ao impacto visual, a mineração subterrânea é, geralmente, menos impactante do que aquela realizada por pela lavra a céu aberto. A lavra subterrânea requer a abertura de poços para que se alcancem as camadas de carvão, reduzindo o volume de estéreis movimentados e, conseqüentemente, gerando um bota-fora de tamanho muito reduzido. Além disso, a área superficial que

¹⁰⁵ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

¹⁰⁶ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite, *loc cit.*

¹⁰⁷ SECCATORE, Tatiane MARIN; DE TOMI, Giorgio. **Aplicabilidade do método de lavra “longwall top coal caving” nas jazidas de carvão na região sul do brasil**. Rede Carvão. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em < http://www.ufrgs.br/rede-carvao/Sess%C3%B5es_A1_A2_A3/A3_ARTIGO_02.pdf>. Acessado em 20/06/2014.

necessita de remoção de cobertura vegetal também é drasticamente reduzida no método de lavra subterrâneo.¹⁰⁸

Por outro lado, a lavra subterrânea pode provocar, localmente, alterações no comportamento do lençol freático gerando reclamações da população devido a conflitos de uso da água. Por esse motivo, o monitoramento de nível e qualidade da água do lençol freático deve constituir um dos mecanismos de gestão ambiental da mineração.¹⁰⁹

A subsidência nas áreas de lavra subterrânea é um dos impactos ambientais característicos da mineração subterrânea. Ela consiste em um “fenômeno de rebaixamento do terreno devido às alterações ocorridas nas camadas subterrâneas”¹¹⁰ e foram fatores marcantes de reclamações da comunidade pela repercussão gerada na superfície e danos provocados em passado recente na mineração em retração de pilares realizada em SC.¹¹¹

De maneira geral, os principais impactos ambientais potenciais provenientes das operações de lavra são ruídos, poeiras e, em alguns casos, contaminação de solos por drenagem ácida e explosivos derivados da glicerina, onde são originados íons de metais pesados como cobre, níquel, chumbo, zinco, mercúrio, além do ferro e ânions, tais como, sulfato, fosfato, arseniato, telurato, fluoreto, molibdato, cianeto, entre outros. Também, os derrames de óleos, graxas e solventes orgânicos, as emissões de gases, os descartes de plásticos, lodos (precipitados), rejeitos produtores de ácidos, a poluição visual, as alterações da biodiversidade, a deposição-estocagem de rejeitos (bacias, cavas), a radioatividade e a combustão espontânea (pirita do carvão, por exemplo) são impactos comuns provenientes desta atividade.¹¹²

¹⁰⁸ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

¹⁰⁹ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite, *loc cit.*

¹¹⁰ MARETTI, Elidiana Pereira. **Subsidência de solo deflagrada por intervenções antrópicas: estudo de caso em área situada na porção nordeste da cidade universitária, Butantã, São Paulo - S.P.** 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2008.

¹¹¹ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite, *loc cit.*

¹¹² RUBIO, Jorge; OLIVEIRA, Cristiane; SILVA, Renato. Aspectos ambientais nos setores mineiro e metalúrgico. In: Adão Benvindo da Luz, João Alves Sampaio e Sílvia Cristina Alves França. **Tratamento de Minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. P. 753-796.

4.1.3 Beneficiamento mineral

O beneficiamento ou tratamento de minérios consiste de operações aplicadas aos bens minerais visando modificar a granulometria, a concentração relativa das espécies minerais presentes ou a forma, sem, no entanto, modificar a identidade química ou física dos minerais.¹¹³

Em um fluxograma típico de beneficiamento de minérios, as operações unitárias são classificadas em: (i) cominuição: processo que consiste na redução e uniformização da granulometria dos minerais através de britagem e moagem; (ii) peneiramento e classificação: são processos de separação dos minerais conforme suas faixas granulométricas; (iii) concentração: objetivo desse processo é a recuperação dos minerais úteis contidos num minério na forma mais concentrada possível; (iv) desaguamento: espessamento e filtragem; (v) secagem: secador rotativo, spray dryer, secador de leito fluidizado; e (vi) disposição de rejeito.¹¹⁴

No que tange a questão ambiental, o beneficiamento de minérios não chega a ser uma fonte de grande contaminação ambiental quando comparado com outras atividades industriais e com a agricultura, porém, é inegável que o descarte dos rejeitos das usinas de beneficiamento poderá eventualmente resultar num apreciável fator de poluição. O uso da água nos processos de tratamento e a exposição de rejeitos de mineração ao meio ambiente são aspectos ambientais críticos e potencialmente geradores de degradação ambiental, logo merecem atenção especial quanto ao planejamento dos controles ambientais necessários.¹¹⁵

Há uma pressão crescente para que os rejeitos, ao invés de serem dispostos em superfície em aterros controlados, sejam usados, por exemplo, para preenchimentos de minas (*back-fill*) com o objetivo de reabilitar as áreas mineradas. Em SC, os rejeitos da usina de beneficiamento são dispostos na superfície em grande parte dos casos. A possibilidade de uso desses rejeitos como *back-fill*, ou seja, como forma de preencher as galerias de mineração exauridas, ainda não ganhou corpo em Santa Catarina. Estudos específicos poderão indicar a viabilidade do uso dessa técnica o que ajudaria significativamente a recuperação ambiental nas

¹¹³ DA LUZ, Adão Benvindo; LINS, Fernando Antonio Freitas. Introdução ao tratamento de minérios. In: Adão Benvindo da Luz, João Alves Sampaio e Silvia Cristina Alves França. **Tratamento de Minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 3-20.

¹¹⁴ DA LUZ, Adão Benvindo; LINS, Fernando Antonio Freitas, *loc. cit.*

¹¹⁵ DA LUZ, Adão Benvindo; LINS, Fernando Antonio Freitas, *loc. cit.*

áreas impactadas. As áreas de disposição de rejeito a céu aberto, sem o controle ambiental necessário, somadas às aberturas subterrâneas antigas que não foram seladas contribuem para a geração de drenagem ácida de mina, que impacta fortemente os recursos hídricos da região carbonífera.¹¹⁶

A conservação da água também tem sido seriamente observada, sendo significativo o reúso da água de processo nas grandes minerações, prática esta que tende a se intensificar no Brasil nas pequenas e médias empresas também. O início recente de cobrança da água aos usuários, inclusive às minerações, pela captação dos recursos hídricos, deverá acelerar a adoção de gestão mais racional dos recursos hídricos.¹¹⁷

Em síntese, os impactos mais comuns no beneficiamento são ocasionados por efluentes líquidos contendo metais pesados e ânions tóxicos; sólidos e partículas coloidais; e resíduos orgânicos derivados de espumantes, coletores, surfactantes e óleos. Ainda, pode-se destacar a produção de poeiras e ruídos nas etapas de cominuição, as emissões gasosas orgânicas e os vapores.¹¹⁸

A existência de potencial geração de impactos ambientais não significa, no entanto, que esses impactos irão se concretizar. Essa assertiva é válida para qualquer um dos processos de mineração; na verdade, ela é válida para qualquer atividade que gere riscos ao meio ambiente. Esses riscos ambientais, quando não gerenciados devidamente, se tornarão impactos ambientais e, nos casos mais graves, danos ambientais. Portanto, a primeira etapa do gerenciamento de riscos é identificar quais são os aspectos ambientais relevantes da atividade em questão, ou seja, aqueles que trarão alguma interação potencialmente geradora de impacto ambiental. Feito isso, avalia-se o risco potencial de geração de impacto considerando-se a frequência ou probabilidade de ocorrência desse aspecto ambiental e a consequência do impacto que seria gerado. Essa consequência, ou seja, o impacto pode ser classificado quanto sua reversibilidade, severidade,

¹¹⁶ KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

¹¹⁷ DA LUZ, Adão Benvindo; LINS, Fernando Antonio Freitas. Introdução ao tratamento de minérios. In: Adão Benvindo da Luz, João Alves Sampaio e Sílvia Cristina Alves França. **Tratamento de Minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 3-20.

¹¹⁸ RUBIO, Jorge; OLIVEIRA, Cristiane; SILVA, Renato. Aspectos ambientais nos setores mineiro e metalúrgico. In: Adão Benvindo da Luz, João Alves Sampaio e Sílvia Cristina Alves França. **Tratamento de Minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 753-796.

abrangência dentre outros. Como resultado dessa análise de riscos, são definidos os controles ambientais necessários para que o risco não se concretize em um impacto ambiental e, em sua forma mais grave, em um dano ambiental.¹¹⁹

Exemplos de controles ambientais podem ser citados. No caso dos efluentes gerados, são dimensionados processos para tratamento desses efluentes de modo a remover poluentes específicos que caracterizam a atividade que o gerou. Estações de tratamento de efluentes projetadas para remover metais pesados como ferro e alumínio são muito utilizadas em efluentes da mineração (exploração e beneficiamento). No caso da mineração de carvão, são usadas cortinas vegetais, veículos com dispositivos de umectação de vias e sistemas lavadores de caminhões para controlar a emissão e exposição de pessoas a poeiras; bacias de contenção em locais que armazenam óleos lubrificantes, combustíveis e demais produtos químicos com risco de vazamento; dentre outras medidas de prevenção e de proteção que visam impedir a geração de impactos ambientais ou mitigá-los.¹²⁰

4.2 DANOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MINERAÇÃO

Os impactos ambientais relacionados às operações de mineração são diversos e ocorrem desde as etapas de pesquisa mineral, passando pelas etapas de instalação do empreendimento, exploração mineral, beneficiamento e, inclusive, no encerramento das operações quando se dá o descomissionamento ou desativação da mina. Todavia, nem todo o impacto ambiental será significativo a ponto de proporcionar um dano ambiental, conforme já fora abordado no item 2.1 deste trabalho.

Visando impedir que um impacto ambiental ocorra ou tenha sua magnitude ampliada a ponto de gerar um dano ambiental, deve-se trabalhar de forma preventiva e sistêmica com vistas à preservação dos ecossistemas, da proteção da sociobiodiversidade e da prevenção da degradação ambiental e, quando não for possível prevenir, deve-se usar os recursos naturais de forma racional e recuperar a

¹¹⁹ DE AGUIAR, Laís Alencar; ARAUJO, Gustavo Henrique de Sousa; DE ALMEIDA, Josimar Ribeiro; SOARES, Paulo Sergio Moreira; POSSA, Mario Valente. Análise e avaliação de risco ambiental como instrumentos de gestão em instalações de mineração. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 213-235.

¹²⁰ DE AGUIAR, Laís Alencar; ARAUJO, Gustavo Henrique de Sousa; DE ALMEIDA, Josimar Ribeiro; SOARES, Paulo Sergio Moreira; POSSA, Mario Valente, *loc.cit.*

degradação que ocorra eventualmente.¹²¹ De modo a atender essas premissas do gerenciamento ambiental, a legislação brasileira previu que, durante o rito de licenciamento ambiental, os impactos ambientais de um empreendimento fossem previstos e avaliados. Desse modo, aqueles negativos podem ser prevenidos e/ou mitigados através de medidas de controle ambiental tais como sistemas de tratamento de efluentes, substituição de tecnologias, alternativas locacionais dos empreendimentos, dentre outras. É exatamente essa metodologia de avaliação de impactos ambientais que é proposta pela Resolução CONAMA 01/86 ao estabelecer o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impactos ao Meio Ambiente (RIMA) como ferramentas de avaliação de impactos ambientais. Cabe destacar que a mineração de carvão mineral, por ser considerada uma das atividades modificadoras do meio ambiente por esta Resolução, em seu artigo 2º, depende da elaboração de EIA/RIMA para que possa ser licenciada.¹²²

A previsão dos impactos ambientais negativos é uma etapa básica para que se trabalhe preventivamente quanto à geração de danos ao meio ambiente. Esse trabalho preventivo ocorre através do gerenciamento ambiental que inclui todos os mecanismos de controle ambiental nos processos de gestão. A gestão ambiental fornece os recursos necessários à prevenção dos danos e ela ocorre através do planejamento, desenvolvimento, controle e melhoria das atividades usando pessoal treinado e capacitado, procedimentos, sistemas de monitoramento da qualidade ambiental, auditorias, sistemas informatizados, dentre outros recursos que garantem a gestão efetiva. Usualmente, as empresas adotam sistemas de gestão ambiental certificados e acreditados internacionalmente, como é o caso da certificação ABNT NBR ISO14.001:2004 muito usada no Brasil.¹²³

A previsão de impactos ambientais e seu controle usando robustos sistemas de gestão são fundamentais na prevenção dos impactos, entretanto, não eliminam a ocorrência dos danos ambientais. A mineração é um caso típico disso, pois não há

¹²¹ LOPES, Márcio Mauro Dias. **O gerenciamento ambiental como instrumento preventivo de defesa do meio ambiente**. 2008. 201 f. Dissertação (Mestrado em Direito das Relações Sociais) – Pontifícia universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

¹²² BRASIL. Resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 23/03/2014.

¹²³ SCHNEIDER, Carlos Henrique. Evolução na gestão ambiental na indústria carbonífera em Santa Catarina: um caso de sucesso. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 39-56.

como reparar, por exemplo, o impacto causado pela retirada de um mineral do solo, visto que ele não é um recurso renovável. O carvão, o petróleo e o calcário, dentre outros recursos minerais, depois de retirados do meio ambiente, não mais estarão disponíveis para uso pelas gerações futuras, ou seja, está é um impacto ambiental permanente ao recurso ambiental subsolo, constituindo um dano irreparável.¹²⁴

O exemplo do recurso mineral explorado representa um dano irreparável, contudo nem todos os danos causados pela mineração são irreparáveis. A fertilidade dos solos é um exemplo disso. Quando se minera a céu aberto, a camada superficial de solo fértil, rico em matéria orgânica e com processos ecossistêmicos de manutenção da vida bem estabelecidos, é removida, e mesmo que o solo seja cuidadosamente reservado para posterior reposição, ele perde fertilidade. Essa perda de fertilidade é corrigida através da dosagem de corretores de pH e de alcalinidade como o calcário dolomítico ou o magnesiano agrícola e da adubação que pode ser química ou orgânica. Desse modo, retoma-se uma condição de fertilidade tal que permite que o solo receba nova cobertura vegetal e estabeleça os processos ecossistêmicos necessários para que essa vegetação se desenvolva progressivamente, recuperando-se o recurso ambiental degradado.¹²⁵

Todavia, para que se possam definir as formas de se reparar um dano ambiental, é necessário conhecê-lo. Nesse sentido, há que se caracterizar os danos ambientais típicos da mineração de carvão. Para tanto, os danos são apresentados, a seguir, agrupados conforme o recurso ambiental cuja qualidade é afetada pela mineração.

4.2.1 Águas superficiais e subterrâneas

Na mineração de carvão mineral, a drenagem ácida de mina (DAM) constitui a grande causa de degradação da qualidade das águas. A DAM provém, principalmente, da oxidação da pirita e de outros sulfetos metálicos presentes no carvão mineral. O carvão é formado por carbono, oxigênio, nitrogênio, enxofre e traços de outros elementos, que constituem sua matéria carbonosa. Esta pode estar associada a rochas (arenito, siltito, folhelhos e diamictitos) e minerais como a pirita.

¹²⁴ THOMÉ, Romeu. **Manual de Direito Ambiental**. 3 ed. Salvador: Editora Juspodivm, 2013. p 514.

¹²⁵ MINTER/IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96p. p 37.

Essas rochas e minerais, durante o processo de beneficiamento, são separados do carvão com o objetivo de aumentar seu poder calorífico e reduzir o enxofre e as cinzas emitidos durante a queima nas termelétricas por exemplo. O material separado do carvão mineral, enriquecido em pirita, é chamado de rejeito.¹²⁶

Enquanto na natureza, o carvão e, conseqüentemente, a pirita, encontram-se, normalmente, isolados do contato com o ar e com a água. Contudo, a partir da extração do carvão das minas, essa situação muda. O carvão ao ser extraído fica exposto a intempéries como chuva, sol e vento e, durante o processo de beneficiamento, ele é lavado o que aumenta ainda mais seu contato com a água. Esse contato com o oxigênio do ar e com a água faz a pirita passar por uma série de reações químicas de oxidação, catalisadas por várias espécies de bactérias oxidantes do ferro e do enxofre, sendo a espécie *Thiobacillus Ferrooxidans* a mais importante. Como resultado dessa oxidação é gerada uma solução extremamente acidificada (pH inferior a 2.0) e enriquecida em ferro, alumínio, sulfato e metais pesados, tais como chumbo (Pb), manganês (Mn), cádmio (Cd) e, em alguns casos específicos, os radionuclídeos como o tório (Th) e o urânio (U). Ou seja, forma-se a drenagem ácida de mina.¹²⁷

A DAM, ao chegar aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, degrada a sua qualidade fundamentalmente no que diz respeito às concentrações de metais pesados e ao pH da água. Um exemplo disso é a qualidade da água dos recursos hídricos da Bacia Carbonífera de SC. Em 1995, antes do início da implantação dos projetos de recuperação de áreas degradadas pelas mineradoras, os rios formadores da Bacia do Rio Araranguá apresentavam valores de pH na faixa de 2,63 a 3,88 sendo que a Resolução CONAMA 357/05, na classificação de águas doces quanto a sua qualidade, estabelece a faixa de pH entre 6 a 9 para que haja enquadramento como Classe II (classe assumida quando o recurso hídrico não tem classe definida – art. 42 da Resolução CONAMA 357/05). No caso do ferro dissolvido e do manganês total, outros dois importantes parâmetros de qualidade da água superficial, diretamente afetados pela DAM, eles apresentavam concentrações que oscilavam entre 207 e 414 mg Fe/L, e 4,23 e 5,47 mg Mn/L sendo que a

¹²⁶ UBALDO, Mariluce de Oliveira; DE SOUZA, Vicente Paulo. Controle e mitigação dos impactos da drenagem ácida em operações de mineração. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 213-235.

¹²⁷ UBALDO, Mariluce de Oliveira; DE SOUZA, Vicente Paulo, *loc. cit.*

Resolução CONAMA 357/05 prevê limites máximos de 5 mg Fe/L e 0,5 mg Mn/L respectivamente para esses parâmetros. Ou seja, no caso do ferro, o limite superior era excedido entre 40 e 80 vezes a sua concentração máxima prevista em norma e, no caso do manganês, essa superação de limite variava entre 8 e 11 vezes a concentração máxima da norma. O resultado dessa contaminação da água superficial foram rios com coloração vermelha devido à presença de óxidos e hidróxidos de ferro, acidificação dos solos¹²⁸ e perda da biodiversidade nos recursos hídricos.¹²⁹ Os metais pesados presentes na DAM reduzem a capacidade autodepurativa das águas, devido à ação tóxica que eles exercem sobre os microrganismos. Esses microrganismos são os responsáveis pela recuperação das águas, por meio da decomposição dos compostos orgânicos dos efluentes.¹³⁰

Os danos ambientais provocados às águas superficiais e subterrâneas provem, portanto, da DAM formada pela oxidação da pirita presente nos rejeitos de mineração de carvão. Todavia, através do gerenciamento ambiental adequado, há como prevenir ou minimizar a formação da DAM e, quando não for viável fazê-lo, há como trata-la em sistemas de efluentes e abater seus poluentes. A prevenção da DAM ocorre através da correta disposição dos rejeitos gerados no processo de beneficiamento, pois os isolando do contato com o ar ou com a água a geração de DAM é minimizada ou eliminada. Com esse foco, desenvolveram-se técnicas de cobertura desses rejeitos através da construção de camadas impermeabilizantes de formadas por argila que minimizam o contato desses rejeitos com a água e, conseqüentemente, a formação de DAM.¹³¹

¹²⁸ CAMPOS, Mari Lucia; DE ALMEIDA, Jaime Antônio; da SILVEIRA, Cristian Berto; GATIBONI, Luciano Colpo; ALBUQUERQUE, Jackson Adriano; MAFRA, Álvaro Luiz; MIQUELLUTI, David José; FILHO, Osmar Klauberg; SANTOS, Julio Cesar Pires. Impactos no solo provocados pela mineração e depósito de rejeitos de carvão mineral. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.9, n.2, 2010.

¹²⁹ BARBOSA, Juliano Peres; SOARES, Paulo Sérgio Moreira. **Projeto conceitual para recuperação ambiental da bacia carbonífera sul catarinense**. Volume I. 2001. 76 p. Disponível em: <<http://cetem.gov.br/publicacao/cacri/Volumel.pdf>>. Acessado em 23/06/2014.

¹³⁰ SAMPAIO, João Alves; DA LUZ, Adão Benvindo; DE ANDRADE, Mônica Calixto; FRANÇA, Silvia Cristina A. Água no processamento mineral. In: Adão Benvindo da Luz, João Alves Sampaio e Silvia Cristina Alves França. **Tratamento de Minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. P. 795-828.

¹³¹ UBALDO, Mariluce de Oliveira; DE SOUZA, Vicente Paulo. Controle e mitigação dos impactos da drenagem ácida em operações de mineração. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 213-235.

Os pátios de estocagem de carvão mineral também devem ser controlados de modo que sua base seja impermeabilizada para evitar a percolação de DAM e a contaminação das águas subsuperficiais e subterrâneas. A água das chuvas que incide sobre o carvão estocado e escoar sobre a superfície dos pátios deve ser conduzida através de sistema de drenagem específico até estações de tratamento de efluentes onde os poluentes são abatidos. Outra tecnologia de controle de poluição que pode ser usada como medida de controle no caso dos efluentes (DAM) é o reúso. A DAM pode ser usada, por exemplo, como água de reúso no processo de beneficiamento do carvão mineral e, por conseguinte, minimizar a carga de poluentes lançados ao corpo receptor do efluente tratado.¹³²

Ainda na questão dos efluentes de mineração, destaca-se que o controle ambiental importante é a minimização na geração. Essa prática dá-se pela gestão das águas pluviais basicamente, pois se constrói sistemas de drenagem em canais ao redor das cavas de mineração e dos depósitos de carvão e de rejeito de modo a evitar que a água pluvial que incide sobre as superfícies escoar e lave o carvão e os rejeitos. A água pluvial, desse modo, não é contaminada e pode ser encaminhada diretamente recursos hídricos superficiais.¹³³

4.2.2 Solo, flora e fauna

O solo, a flora e a fauna são impactados, também, por outras atividades da mineração que não são geradoras de DAM. Durante o processo de extração mineral, principalmente naquela realizada a céu aberto, a vegetação e o solo da superfície, que recobrem os bens minerais que se deseja explorar, são removidos. Do mesmo modo, recursos hídricos superficiais são desviados. Essa supressão de vegetação, de solo e desvio de recursos hídricos representam a supressão de habitats. Durante tais processos, é necessário que se faça o manejo da fauna e da flora, e que se

¹³² UBALDO, Mariluce de Oliveira; DE SOUZA, Vicente Paulo. Controle e mitigação dos impactos da drenagem ácida em operações de mineração. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 213-235.

¹³³ UBALDO, Mariluce de Oliveira; DE SOUZA, Vicente Paulo, *loc. cit.*

reserve a camada fértil do solo de modo que os impactos ao meio ambiente sejam minimizados.¹³⁴

Em SC, em áreas onde não se fez a correta gestão ambiental com vistas ao retorno da fauna e ao estabelecimento de flora com boa diversidade, James Alexandre Polz cita ter encontrado apenas pequenos bolsões de vegetação entre pilhas de estéreis caracterizados por plantas rasteiras, pouco diversificadas, não muito exigentes na fertilidade do solo e de elevada resistência a estiagens. Ou seja, ao invés de se ter presente solo orgânico fértil na superfície, fora deixado apenas o material estéril oriundo das camadas subterrâneas. Esse material apresenta nenhuma matéria orgânica, nutrientes, nem condições estruturais que lhe atribuam capacidade de armazenar água, inviabilizando a formação de cobertura vegetal e da consequente atração de fauna.¹³⁵

Posteriormente à mineração, durante os processos de recuperação ambiental, quando o solo é recolocado sobre as camadas de estéreis, as propriedades físicas desses solos construídos são condicionadas pelo material utilizado e pelo processo de construção. Durante a construção do solo podem ocorrer algumas limitações físicas de suas propriedades, pois os solos podem ter sua permeabilidade alterada e a capacidade de retenção de água diminuída. Como consequência, o desenvolvimento da vegetação pode ficar prejudicado, havendo perdas de solo por erosão, assoreamento e contaminação dos cursos hídricos. Esse tipo de risco requer aumento de controle no processo de recuperação visando prevenir a sua ocorrência. O uso de correção de fertilidade e a implantação de sistemas de drenagem em canais construídos em curvas de nível são exemplos de medidas de controle que previnem a degradação do solo nos processos de RAD.¹³⁶

¹³⁴ POLZ, James Alexandre. Recuperação de áreas impactadas pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina: gestão de rejeitos e revegetação. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 75-92.

¹³⁵ POLZ, *loc. cit.*

¹³⁶ CAMPOS, Mari Lucia; DE ALMEIDA, Jaime Antônio; da SILVEIRA, Cristian Berto; GATIBONI, Luciano Colpo; ALBUQUERQUE, Jackson Adriano; MAFRA, Álvaro Luiz; MIQUELLUTI, David José; FILHO, Osmar Klauberg; SANTOS, Julio Cesar Pires. Impactos no solo provocados pela mineração e depósito de rejeitos de carvão mineral. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.9, n.2, 2010.

4.2.3 Paisagem natural

A movimentação de solos e rochas e a supressão de vegetação provocam forte alteração na paisagem das áreas mineradas. A disposição de estêreis em botas-foras e a criação de células positivas para aterros de rejeitos criam áreas cujas cotas topográficas ficam significativamente maiores que aquelas naturais. Além disso, a construção em bancadas e taludes traz um aspecto artificial à paisagem, visto que a geomorfologia natural não produz tais estruturas.¹³⁷

As cavas também trazem alterações da paisagem. Essas cavas formam grandes buracos na superfície do terreno que, quando não recuperadas ambientalmente, proporcionam grande impacto visual.¹³⁸

4.2.4 Bens privados e segurança

Os danos ocasionados aos bens privados e à segurança estão diretamente relacionados aos efeitos da subsidência, derivados da mineração subterrânea, e das vibrações provenientes das detonações de explosivos.

No caso da subsidência, há que se considerar, no planejamento da mineração, o uso do solo presente na superfície e aquele previsto para o futuro através de consulta aos planos de ordenamento urbano dos municípios por exemplo. Desse modo, as técnicas de mineração subterrânea deverão ser adequadas aos limites impostos por critérios que garantam a segurança das pessoas e a integridade dos seus bens. Como efeito disso, o método de mineração em retração de pilares poderá ser, como foi em SC, proibido. No caso de minas cuja propriedade da superfície é do minerador e não há conflitos com as legislações de uso e ocupação do solo, minerar os pilares da mina não representa um problema. Como medida preventiva, é prática comum das mineradoras de carvão de SC realizar o monitoramento estrutural das edificações existentes sobre as minas subterrâneas.

¹³⁷ POLZ, James Alexandre. Recuperação de áreas impactadas pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina: gestão de rejeitos e revegetação. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro**: Tecnologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 75-92.

¹³⁸ POLZ, *loc. cit.*

Desse modo, consegue-se identificar o início do surgimento de patologias ligadas à ocorrência de subsidência e gerenciar os riscos delas decorrentes.¹³⁹

A vibração devida a detonações é outro tipo de atividade da mineração que tem potencial gerador de danos às edificações. A norma ABNT NBR 9653:2005 Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas fixa a metodologia para reduzir os riscos inerentes ao desmonte de rocha com uso de explosivos em minerações, estabelecendo parâmetros a um grau compatível com a tecnologia disponível, para a segurança das populações vizinhas, referindo-se a danos estruturais e procedimentos recomendados quanto ao conforto ambiental. Portanto, seguindo-se os critérios previstos em norma, há como o engenheiro de minas dimensionar cada processo de desmonte de rochas por detonação de explosivos e chegar a níveis seguros de vibração e de pressão sonora de maneira que as partes interessadas não sejam prejudicadas.¹⁴⁰

4.2.5 Passivos ambientais

Outro aspecto importantíssimo que caracteriza os danos ambientais na mineração é o tempo do dano. Conforme classifica Annelise Monteiro Steigleder, o tempo do dano pode ser futuro ou passado¹⁴¹.

O dano futuro está diretamente relacionado à gestão de riscos ambientais das atividades. Esses riscos são desconhecidos em muitos casos, fato esse que não desvincula o gerador do risco da responsabilidade por repará-lo futuramente caso ele se concretize em um dano. O dano passado, por outro lado, está relacionado à questão dos passivos ambientais, ou seja, a um “conjunto de dívidas e encargos monetariamente apreciáveis, atuais ou meramente contingentes, decorrentes do

¹³⁹ DE AGUIAR, Laís Alencar; ARAUJO, Gustavo Henrique de Sousa; DE ALMEIDA, Josimar Ribeiro; SOARES, Paulo Sergio Moreira; POSSA, Mario Valente. Análise e avaliação de risco ambiental como instrumentos de gestão em instalações de mineração. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 213-235.

¹⁴⁰ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9653**: Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. Rio de Janeiro, 2005.

¹⁴¹ STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade Civil Ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2011. p. 120.

descumprimento de deveres impostos por normas do sistema jurídico ambiental e que oneram um patrimônio ou uma universalidade jurídica”.¹⁴²

A mineração é uma atividade econômica muito antiga a exemplo do histórico, da mineração de carvão mineral realizada em SC. Essa atividade teve uma importância muito grande no desenvolvimento econômico da humanidade e, também, do estado de SC, logo conhecer a questão dos passivos ambientais associados, ou seja, dos danos passados da atividade, é de fundamental importância. Antes da década de 80 do século passado, não havia legislações e normas de cunho ambiental e os processos produtivos eram planejados tendo em vista, apenas, os melhores resultados econômicos. A gestão ambiental era, portanto, inexistente ou insignificante. Como consequência disso, aquelas atividades que, nos dias atuais, proporcionariam apenas impactos ambientais irrelevantes, resultaram em danos ambientais passíveis de recuperação, ou seja, em passivos ambientais.¹⁴³

A partir da Política Nacional do Meio Ambiente e das demais legislações decorrentes, a reparação dos danos ambientais tornou-se obrigatória. Uma nova visão surgiu a partir de então, pois reparar o meio ambiente degradado é mais caro do que não degradá-lo e, nos casos extremos, quando reparar é impossível, o valor das indenizações chega a montas que podem falir uma empresa. Essa nova visão compreendeu a gestão preventiva, ou seja, eliminar e mitigar impactos ambientais.¹⁴⁴

A partir da visão preventiva, o uso de ferramentas de gerenciamento ambiental minimizou a geração de danos ao meio ambiente. Em SC, no passado, dispunham-se estéreis e rejeitos em superfície sem qualquer controle ambiental. Áreas de preservação permanente serviam de depósitos de rejeitos e recursos hídricos eram assoreados pelos finos de carvão provenientes dos processos de

¹⁴² VON ADAMEK, Marcelo Vieira *apud* STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade Civil Ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2011. p. 128.

¹⁴³ SCHNEIDER, Carlos Henrique. Evolução na gestão ambiental na indústria carbonífera em Santa Catarina: um caso de sucesso. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro**: Tecnologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 39-56.

¹⁴⁴ SCHNEIDER, Carlos Henrique, *loc.cit.*

beneficiamento. Atualmente, esse tipo de situação não é mais praticada e sequer é permitida legalmente.¹⁴⁵

Por outro lado, ainda é possível que danos ambientais derivados da mineração de carvão venham a ocorrer. Na verdade, eles ocorrem, porém com características distintas daquelas que incidiam no passado. Atualmente, os danos ambientais da mineração de carvão são danos residuais, ou seja, aqueles inerentes à atividade e que ocorrem apesar de todas as ferramentas de gestão e de gerenciamento ambiental terem sido aplicadas para preveni-los.¹⁴⁶ Importa, então, conhecer as técnicas de recuperação de áreas degradadas pela mineração do carvão mineral para que se possa, apesar de todos os resultados proporcionados pela prevenção da poluição, obter os melhores resultados também na reparação dos danos ambientais.

4.3 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO

Sob o ponto de vista ecológico, as áreas degradadas são aquelas cujo ecossistema sofreu uma perturbação tal que sua resiliência é rompida, ou seja, sua capacidade de se autodepurar e retornar ao estado original é drasticamente restringida ou impedida. Isso resulta em ecossistemas que não mais possuem a capacidade de repor as perdas de matéria orgânica do solo, nutrientes, biomassa, estoque de propágulos, etc.¹⁴⁷ Esse abalo da resiliência dos ecossistemas ocorre, por exemplo, quando eles têm sua cobertura vegetal e a fauna destruídas, perda da camada fértil do solo, alteração na qualidade e vazão do sistema hídrico por ações como intervenções de mineração, efeitos de processos erosivos acentuados,

¹⁴⁵ SCHNEIDER, Carlos Henrique. Evolução na gestão ambiental na indústria carbonífera em Santa Catarina: um caso de sucesso. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 39-56.

¹⁴⁶ SCHNEIDER, Carlos Henrique, *loc.cit.*

¹⁴⁷ DUARTE, Rose Mary Reis; BUENO, Mário Sérgio Galvão. Fundamentos ecológicos aplicados à rad para matas ciliares do interior paulista. In: BARBOSA, Luiz Mauro. **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p. 30-41.

movimentação de máquinas pesadas, terraplanagem, construção civil e deposição de lixo, entre outras.¹⁴⁸

Com vistas a objetivar a elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs), derivou da Ação Civil Pública nº 93.8000533-4, ou ACP do Carvão, um documento denominado “Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão” a partir do qual se assume alguns conceitos os quais são aplicados correntemente na RAD realizada em SC. Um desses conceitos é o de área degradada o qual será, assim como, outros a seguir desenvolvidos, usados nesse trabalho.¹⁴⁹

Por área degradada compreende-se aquela onde ocorreu, por ação antrópica, perda de algumas de suas características físicas, químicas e bióticas, suficientes para prejudicar a estabilidade do ecossistema e afetar negativamente seu potencial socioeconômico. A degradação de uma área verifica-se quando, de forma simultânea ou isolada, ocorre(m): a) a supressão ou alteração da cobertura vegetal; b) a destruição ou a expulsão da fauna; c) a cobertura ou remoção da camada de solo fértil; d) a alteração em volume ou perda da qualidade físico-química e biológica dos corpos hídricos superficiais e das águas subterrâneas.

As ações de reparação dos danos ambientais, representados pelas áreas degradadas, são aquelas que visam à retomada da estabilidade pelos ecossistemas impactados. Para isso, lança-se mão do conceito de uso futuro de uma área que é, conforme o item 3.14 da ABNT NBR 13030:1999, “utilização prevista para determinada área, considerando as suas aptidões, intenção de uso e fragilidade dos meios físico e biótico”. O uso futuro, conforme o conceito demonstra, depende a intenção do uso e das condições da área e deve haver a participação das partes interessadas na sua determinação. Essas definições devem começar a ser discutidas desde a etapa de planejamento da mina, ou seja, com vistas ao fechamento e pós-fechamento e a geração de um legado a sociedade ao invés de um passivo ambiental.¹⁵⁰

¹⁴⁸ MINTER/IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96p. p. 13.

¹⁴⁹ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

¹⁵⁰ SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Guia para o planejamento do fechamento de mina**. 1 ed. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013. p. 58.

O Grupo de Assessoramento Técnico (GTA) do Tribunal Justiça Federal de Criciúma/SC definiu, de forma sintética, dois tipos de uso futuro para as áreas mineradas. O primeiro deles tem finalidade de **preservação ambiental**, ou seja, reconstituir áreas de preservação permanente, conforme definido pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012: “função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

As áreas cujo uso futuro será o de uma APP, deverá passar processo de recuperação ambiental que, segundo o inciso XIII do artigo 2 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, consiste na “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser **diferente de sua condição original** (grifo nosso)”. O GTA adotou a recuperação como alvo dos PRADs ao invés da restauração e justificou a inviabilidade técnica de se buscar essa alternativa, ou seja, de se atingir a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o **mais próximo possível da sua condição original** (grifo nosso)”.¹⁵¹

Neste sentido, no caso em comento o ecossistema é o de Floresta Ombrófila Densa, e a condição original é entendida como a de uma mata primária (intocada) ou mata secundária próxima ao clímax (estágio de regeneração avançado). Tendo em vista que, para esse tipo ecossistêmico o período de tempo de regeneração necessário para se atingir tais parâmetros vegetacionais é da ordem de muitas décadas, entende-se que para fins de projeto e indicação técnica do efetivo sucesso das propostas contidas nos Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) faz-se válida a utilização do conceito de recuperação (grifo do autor). Isto porque, se por um lado a área não mais se encontrará degradada, restituindo-se assim suas funções ambientais básicas, por outro não haverá necessidade de se alcançar a condição original natural, o que implicaria em um prazo de conclusão inviável tecnicamente.

BARBOSA; L. M. (2001) *apud* DUARTE, Rose Mary Reis; BUENO, Mário Sérgio Galvão (2006) também justificam a impossibilidade de se adotar a restauração ambiental aos processos de recuperação de áreas degradadas ao citar que:¹⁵²

¹⁵¹ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Crériterios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

¹⁵² DUARTE, Rose Mary Reis; BUENO, Mário Sérgio Galvão. Fundamentos ecológicos aplicados à rad para matas ciliares do interior paulista. In: BARBOSA, Luiz Mauro. **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo**: Matas Ciliares do Interior Paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p. 30-41.

A restauração objetiva conduzir o ecossistema à sua condição original. É considerada uma hipótese remota e até mesmo utópica, uma vez que há falta de informações sobre a situação original, podendo ter ocorrido extinção de espécies e alterações na comunidade e em sua estrutura no decorrer da sucessão, além da indisponibilidade de recursos financeiros para tal.

Recuperar significa retornar às condições de funcionamento, pois objetiva recuperar a estrutura (composição em espécies e complexidade) e as funções ecológicas (ciclagem de nutrientes e biomassa) do ecossistema. Levar um ecossistema a uma condição relativamente estável pressupõe que as espécies dominantes possam se recuperar normalmente e se manter dominantes em longo prazo. Em ecossistemas degradados, esta condição não ocorre, assim como a colonização por espécies arbóreas e a sucessão secundária também é dificultada ou impedida. A recuperação de uma área deve seguir os mesmos mecanismos da sucessão natural, sendo evidente, porém, que não se trata de reproduzir fielmente as etapas sucessionais. Isso, inevitavelmente, demandaria um enorme período de tempo, pois aparecem inicialmente apenas as espécies pioneiras, que deverão alterar as condições físicas para possibilitar o aparecimento das espécies secundárias e estas devem fazer o mesmo para o surgimento das climácicas.¹⁵³

O outro tipo de uso futuro previsto pelo GTA, que neste trabalho será denominado **uso socioeconômico**, é aquele definido como “a princípio, qualquer proposta de uso futuro é aceitável, desde que: a) esteja de acordo com a legislação, em especial com o Plano Diretor do município; b) não comprometa a impermeabilização.”¹⁵⁴ Ou seja, houve um cuidado especial para áreas de preservação permanente para as quais são definidos critérios específicos de recuperação e, para as demais áreas, há a definição de critérios mais genéricos tendo em vista que não há função específica definida. Nessas áreas, ou seja, áreas de uso socioeconômico, o objetivo não é a recuperação ambiental, mas a reabilitação que é definida como o “conjunto de procedimentos através dos quais se

¹⁵³ DUARTE, Rose Mary Reis; BUENO, Mário Sérgio Galvão. Fundamentos ecológicos aplicados à rad para matas ciliares do interior paulista. In: BARBOSA, Luiz Mauro. **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo**: Matas Ciliares do Interior Paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p. 30-41.

¹⁵⁴ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

propicia o retorno da função produtiva da área ou dos processos naturais, visando a adequação ao uso futuro”.¹⁵⁵

4.3.1 Áreas de Preservação Permanente

Conforme já descrito, essas áreas são compostas por áreas de preservação permanente e outras áreas que tenham função ambiental específica que as caracterizem como relevantes à preservação ambiental, ou seja, nenhuma atividade econômica ou edificação pode ser desenvolvida nestas áreas, que devem ter sua função ambiental recomposta. O uso econômico e a construção de edificações podem ser, excepcionalmente, aceitos naqueles casos previstos na legislação como, por exemplo, os casos de utilidade pública e interesse social previstos pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.¹⁵⁶

Conforme o GTA¹⁵⁷, os seguintes critérios devem ser observados para a recuperação de áreas de preservação permanente degradadas por lavra de carvão a céu aberto e/ou deposição de rejeitos de carvão:

4.3.1.1 Uso futuro:

Áreas cujo uso será a preservação permanente, com destaque para a função de proteção dos recursos hídricos.

4.3.1.2 Vedações à presença de materiais geradores de DAM

Após a caracterização, os rejeitos não inertes e/ou estéreis com sulfetos, principalmente pirita – FeS₂) deverão ser completamente removidos. Em seu lugar deverá ser disposto de material inerte, ou seja, não contaminante. A manutenção de

¹⁵⁵ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13030**: Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Rio de Janeiro, 1999.

¹⁵⁶ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

¹⁵⁷ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO, *loc. cit.*

materiais geradores de DAM no local, ainda que estejam selados sob o ponto de vista hídrico, não pode ser permitida devido à função ambiental da área.¹⁵⁸

O GTA previu uma exceção quanto à presença de rejeitos nas áreas de preservação permanente, considerando o Bioma Mata Atlântica onde a mineração no estado de SC encontra-se inserida:

Excepcionalmente, quando o PRAD demonstrar a impossibilidade técnica de remoção completa dos rejeitos não inertes e/ou estéreis, poderão ser adotadas outras soluções técnicas, tais como tratamento in situ e impermeabilização, desde que garantam: a) a efetiva e gradual redução da geração de drenagem ácida, tendente à cessação da mesma; b) a implantação de solo construído suficiente para suportar o desenvolvimento de vegetação nativa, sem comprometer a impermeabilização.

Nesta hipótese excepcional não será exigida a implantação de Floresta Ombrófila Densa, bastando a implantação de vegetação nativa que não comprometa a impermeabilização. No entanto, deverá haver a compensação ambiental, mediante a implantação ou recuperação de área de preservação permanente de dimensões semelhantes, em outra área, indicada pelo órgão ambiental, na qual será implantada Floresta Ombrófila Densa.

O grande objetivo dessa medida de recuperação ambiental é controlar a geração de drenagem ácida de mina e a respectiva contaminação dos recursos hídricos que ela proporciona. É importante observar que esta medida refere-se a danos ambientais passados, pois, atualmente, é vedada a disposição de rejeitos não inertes e estéreis sulfetados em áreas de preservação permanente. Os rejeitos devem ser dispostos, preventivamente, em locais controlados quanto à presença de água e ar como é o caso das cavas de mina realizada a céu aberto ou as galerias de minas subterrâneas (*backfilling*).¹⁵⁹

4.3.1.3 Recomposição topográfica e paisagística

Trata-se da reconstituição da topografia natural ou nova conformação estável geotecnicamente. É a remoldagem do relevo usando-se da movimentação de solos, rochas, água e vegetação de tal forma que a configuração estética seja harmoniosa e agradável à percepção humana.¹⁶⁰

¹⁵⁸ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

¹⁵⁹ MINTER/IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96p. p. 25.

¹⁶⁰ MINTER/IBAMA, *loc. cit.*

Inicialmente, prepara-se o relevo (topografia) para receber a vegetação, dando-lhe a forma adequada ao uso futuro e ao cumprimento dos seguintes objetivos: (i) estabilidade do solo e taludes; (ii) controle de erosão; (iii) aspectos paisagísticos e estéticos; (iv) uso futuro previsto; e (v) similitude com o relevo anterior.¹⁶¹ O uso de obras de bioengenharia ou de engenharia clássica podem ser necessárias na recuperação topográfica de APPs com o objetivo de tornar os taludes e superfícies mais resistentes à ação da água e demais intempéries. Para tanto, utiliza-se de geotexteis, muros de gabião, geomantas, enleivamento dentre outras técnicas.¹⁶²

A paisagem deve tomar como base aquela existente anteriormente à degradação pela mineração. Por esse motivo é importante que seja feito o registro fotográfico dos locais onde se desenvolverá a mineração. No caso das APPs, podem-se adotar como parâmetro os trechos de APP que não estiverem degradados pela mineração. Ações como a remoção de edificações, espécies vegetais exóticas e a introdução de espécies vegetais selecionadas tomando como base a diversidade das APPs da região são ações de recuperação da paisagem que podem ser adotadas na recuperação das APPs.¹⁶³

4.3.1.4 Preparação do solo

O grande objetivo de se trabalhar o solo é possibilitar a implantação da cobertura vegetal do bioma típico que se quer preservar. A preparação do solo consiste de 4 etapas: (i) recolocação da camada fértil do solo; (ii) construção de terraços e camalhões e sistema de drenagem; (iii) redução do grau de compactação do solo; e (iv) correção da fertilidade do solo.¹⁶⁴

O solo fértil deve ter espessura mínima para desenvolver a vegetação adequadamente e deve ser disposto, em camada regular, sobre toda a superfície a

¹⁶¹ MINTER/IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96p. p 29.

¹⁶² BEZERRA, José Fernando Rodrigues. Reabilitação de áreas degradadas por erosão em São Luís/MA. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p 31-65.

¹⁶³ MINTER/IBAMA, *op. cit.*, p. 25.

¹⁶⁴ MINTER/IBAMA, *loc. cit.*

ser recuperada. A movimentação de equipamentos deve ser minimizada nas áreas já recobertas para evitar a compactação do solo.¹⁶⁵

Após a disposição do solo, devem-se realizar as obras de drenagem pluvial, tais como canais de drenagem em curva de nível e canais revestidos. Como a vegetação demora a se desenvolver e, conseqüentemente, a agregar as partículas do solo através de suas raízes, as áreas recuperadas ficam expostas à erosão provocada pela ação das chuvas. Portanto, os sistemas de drenagem condicionam o escoamento pluvial e reduzem o arraste de solo e a formação de erosão, garantindo a qualidade da recuperação ambiental.¹⁶⁶

A compactação do solo ocorre depois das duas primeiras etapas devido à circulação de máquinas e equipamentos. O solo compactado prejudica o desenvolvimento radicular da vegetação, minimiza a capacidade de infiltração e distribuição de água do solo, as trocas gasosas entre solo e atmosfera, e deixa o solo suscetível a erosões. Algumas são as técnicas que podem ser usadas para descompactar o solo, porém as práticas mecânicas são as mais usuais. Para tanto, são usados implementos agrícolas como arados e grades com o objetivo de revolver uma camada de, aproximadamente, 30 cm de solo.¹⁶⁷

A correção de fertilidade do solo é uma etapa muito importante de sua preparação. Por melhor que tenham sido desenvolvidas as etapas anteriores, sem a devida fertilidade, nenhuma cultura vegetal se desenvolverá adequadamente e o projeto de RAD estará comprometido. A correção de fertilidade inicia-se com a análise dos solos a partir da qual se determina quais são as intervenções necessárias que, normalmente, são a aplicação de calcário para correção de alcalinidade e pH, a aplicação de adubo para a disponibilização de nutrientes à vegetação implantadas, dentre outras.¹⁶⁸

Na falta de solo, pode-se construí-los através do uso de fontes de matéria orgânica como as chamadas “camas de aviário”, turfa e lodos de estações de

¹⁶⁵ MINTER/IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96p. p 33.

¹⁶⁶ *Ibidem*, p 34.

¹⁶⁷ MINTER/IBAMA. *loc. cit.*

¹⁶⁸ *Ibidem*, p 36.

tratamento de água e de efluentes.¹⁶⁹ Utilizam-se, também, argilas e demais matérias do horizonte C do solo e aplica-se correção com calcário e adubo.¹⁷⁰ As situações de falta de solo orgânico são típicas da recuperação ambiental de áreas mineradas sem planejamento prévio de recuperação como foi o caso da mineração realizada até o final de década de 80 do século passado.

4.3.1.5 Revegetação

As áreas de preservação permanente devem ser recuperadas com espécies arbóreas típicas do bioma no qual se insere a APP alvo da recuperação. No caso da Mata Atlântica e ocorrentes em Floresta Ombrófila Densa, bioma típico das áreas mineradas em SC, os parâmetros para dimensionamento das espécies e monitoramento de seu desenvolvimento vegetal são: (i) riqueza de espécies e (ii) índice de equitabilidade de Simpson, que serão medidos a partir de fragmentos florestais próximos pouco alterados (em estágio de regeneração avançado), e seus valores sejam tomados como referência (metas), salvo exceções fundamentadas; (iii) cobertura vegetal de solo (partes vegetais aéreas + serapilheira) deve ser superior a 95% (equivalente a mata em estágio médio ou avançado), salvo exceções justificadas.

“Durante a execução das obras de recuperação, deve ser introduzida vegetação herbácea, **preferencialmente nativa** (grifo nosso), que garanta a estabilidade da cobertura do solo, protegendo contra a erosão, e mudas de espécies arbóreas típicas do bioma Mata Atlântica, que criem condições para a evolução ambiental da área, tendente à consolidação de uma Floresta do bioma Mata Atlântica no qual a área esteja inserida”.¹⁷¹

¹⁶⁹ WISNIEWSKI, Celina; MOTTA NETO, João Antônio; RADOMSKI, Maria Izabel; SESSEGOLO, Gisele Cristina. Uso do lodo de esgoto da ETE-Belém na recuperação de áreas degradadas por mineração de calcário. **Sanare**, Curitiba, v. 5, n. 5, p. 76-85, jan./jun. 1996.

¹⁷⁰ MINTER/IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96p. p 40.

¹⁷¹ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

4.3.1.6 Monitoramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos¹⁷²

O monitoramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos deve estar estabelecido através de um programa específico o que deve prever os pontos de amostragem, a frequência de coleta, medidas de vazão e análises físico-químicas. Em SC, o GTA estabeleceu a frequência mínima de coleta como semestral ou condicionada ao regime hidrológico - uma campanha no período seco e outra no período chuvoso. Os poços de monitoramento devem ser construídos conforme a norma da ABNT NBR 15495-1:2007 Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados.

Os pontos de amostragem devem ser definidos em função: (i) da sua representatividade; (ii) da maior vulnerabilidade à contaminação por drenagem ácida de origem superficial ou subterrânea; e (iii) da sua importância como sistemas produtores de água para uso humano e industrial. Os parâmetros utilizados como indicadores da qualidade ambiental serão os mesmos definidos pelo GTA para o monitoramento regional. No caso da água superficial, os parâmetros são: dados regionais de precipitação, vazão, pH, ferro total, manganês total, acidez total, oxigênio dissolvido, condutividade, alumínio total, sulfatos e temperatura. Para a água subterrânea, os parâmetros são: dados regionais de precipitação, nível estático, pH, alcalinidade total, condutividade, ferro total, manganês total, acidez total, Ca total, Na total, K total, sulfato, Mg total, Cl total e Al total.

4.3.1.7 Monitoramento, manejo e manutenção da vegetação¹⁷³

Em SC, o GTA determinou que a etapa inicial de cobertura vegetal, por vegetação de porte herbáceo, deverá proporcionar cobertura vegetal mínima de 65%. Esse é um valor de referência mínimo para que as próximas etapas de implantação de vegetação de porte arbustivo e arbóreo possam ser iniciadas. Depois de realizadas as últimas intervenções de plantio de espécies arbustivas e arbóreas, o desenvolvimento dessa vegetação deverá ser acompanhado. A área poderá ser considerada recuperada somente após ser observado, em campo, o

¹⁷² GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

¹⁷³ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO, *loc. cit.*

cumprimento dos valores máximos referentes aos parâmetros vegetacionais estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 4, de 04 de maio de 1994, para estágio de regeneração inicial, os quais atualmente são: (i) altura média 4 m; (ii) Diâmetro na altura do peito (DAP) médio de 8 cm; e (iii) área basal média de 8 m²/ha. Tais parâmetros refletem a transição da vegetação em estágio inicial de regeneração para uma condição mais avançada nos processos sucessionais, o estágio médio de regeneração.

4.3.2 Áreas de uso socioeconômico¹⁷⁴

Nas áreas degradadas por mineração a céu aberto e/ou por deposição inadequada de rejeitos de carvão e estéreis cujo uso futuro não é a preservação ambiental, os critérios de recuperação devem considerar, primeiramente, a existência uso específico planejado para a respectiva área no futuro. Na verdade, nesses casos será adotada a reabilitação ao invés da recuperação ambiental.

As áreas degradadas deverão, primeiramente, ter os rejeitos e/ou os estéreis removidos ou isolados do ponto de vista hídrico de maneira a fazer cessar a contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Esse é o caso típico no qual houve a disposição de rejeitos sem critério técnico quanto aos controles ambientais.

A reabilitação deverá ocorrer seguindo os seguintes preceitos:

4.3.2.1 Uso futuro¹⁷⁵

A princípio, qualquer proposta de uso futuro é aceitável, desde que (i) esteja de acordo com a legislação, em especial com o Plano Diretor do município; (ii) não comprometa a impermeabilização.

A agricultura, pecuária ou implantação de indústrias podem ser os usos futuros previstos. Nesses casos, os futuros usuários devem ser formalmente informados sobre a área ter sido usada para atividades de mineração e sobre as

¹⁷⁴ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

¹⁷⁵ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO, *loc.cit.*

restrições ao uso futuro pretendido, especialmente no tocante à impermeabilização dos rejeitos e/ou estéreis. Isso visa prevenir que a camada selante construída sobre rejeitos e estéreis sulfetados seja rompida e que a percolação de água e geração de DAM venham a ocorrer. Do mesmo modo, se a área for destinada à urbanização, conforme previsto no Código de Defesa do Consumidor, na implantação de loteamentos, os potenciais compradores têm o direito de ser informados que se trata de antiga área lavrada e que tem restrições de uso.

As restrições devem ser averbadas na matrícula do imóvel junto ao Cartório de Registro de Imóveis, antes da conclusão das obras de reabilitação ou registradas através do Cadastro Ambiental Rural (CAR) no caso das áreas rurais.

4.3.2.2 Remoção ou recobrimento dos rejeitos e/ou estéreis não inertes

A cobertura dos rejeitos deverá resistir a ações antrópicas e naturais, atendendo a função de impermeabilização proposta. Para o dimensionamento da camada impermeabilizante deverá ser considerado o uso futuro da área, sendo que em alguns projetos, como o ZETA/IESA, definem critérios técnicos para a impermeabilização de rejeitos.¹⁷⁶ O sistema de cobertura dos rejeitos deve ser estratificado em duas camadas: (i) uma inferior de baixa permeabilidade, construída com material argiloso compactado; e (ii) outra superior com a finalidade de proteger a inferior. A espessura das camadas deve ser definida no PRAD, sendo que aquela inferior, ou de baixa permeabilidade, deverá ter espessura final mínima de 30 centímetros; a camada de proteção deverá ter espessura final mínima de 15 centímetros.¹⁷⁷

¹⁷⁶ RAVAZZOLIA, Cláudia. A problemática ambiental do carvão em Santa Catarina: sua evolução até os termos de ajustamento de conduta vigente entre os anos de 2005 e 2010. **Geografia em Questão**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 179-201, 2013.

¹⁷⁷ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

4.3.2.3 Recomposição topográfica e paisagística

A recomposição topográfica deverá ser próxima da natural ou poderá assumir uma nova conformação estável geotecnicamente e adequada ao uso proposto.¹⁷⁸

4.3.2.4 Preparação do solo

A espessura do solo deve ser aquela necessária para proporcionar o crescimento da cobertura vegetal, garantido a estabilidade da área, de acordo com o uso futuro proposto. Os mesmos cuidados previstos em 3.3.1.4 devem ser tomados para garantir que o solo tenha a fertilidade necessária ao estabelecimento da cobertura vegetal. Essa, por sua vez, visa controlar os processos erosivos e a perda de solo.¹⁷⁹

4.3.2.5 Revegetação

Podem-se adotar espécies vegetais, nativas ou não, que não comprometam a impermeabilização dos rejeitos e estéreis, ou seja, o sistema radicular da vegetação não pode ser radicular profundo.¹⁸⁰ A cobertura vegetal deve ser compatível, também, com o uso futuro proposto, aproveitando-se as sinergias entre o controle de erosões e o de uso projetado. Um bom exemplo disso é o uso futuro voltado à pecuária, no qual a vegetação herbácea introduzida pode ser composta por espécies que poderão servir de pastagem ao gado que será introduzido futuramente. Recomenda-se cobertura vegetal mínima de 90% no caso da reabilitação.¹⁸¹

A vegetação implantada durante a execução das obras de reabilitação deve possibilitar a cobertura do solo, cumprindo seu papel de contenção do solo e controle dos processos erosivos. Sendo assim, o sucesso do estabelecimento da vegetação deve ser avaliado simultaneamente aos itens de controle de erosão,

¹⁷⁸ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

¹⁷⁹ MINTER/IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96p. p 33.

¹⁸⁰ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO, *loc. cit.*

¹⁸¹ TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena. **Curso de recuperação de áreas degradadas**: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.

reabilitação do solo e implantação de sistema de drenagens. A análise conjunta desses itens determinará se a execução das obras de recuperação poderá ser considerada concluída.¹⁸²

4.3.2.6 Monitoramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos¹⁸³

Segue os mesmos critérios previstos em 3.3.1.6.

4.3.2.7 Monitoramento, manejo e manutenção da vegetação¹⁸⁴

A efetiva estabilidade da cobertura do solo, protegendo-o contra a erosão e a infiltração, é determinada quando a cobertura vegetal, compreendendo partes aéreas e serapilheira, for superior a 90%.

4.3.3 Áreas mineradas em subsolo¹⁸⁵

A reabilitação das chamadas bocas de minas abandonadas deve ser objeto de PRAD e suas ações devem buscar a (i) eliminação do risco de acidentes com pessoas e animais; (ii) redução da entrada de ar para o interior das minas; (iii) impedir a contaminação preservação das drenagens naturais; (iv) redução da vazão e do nível de contaminação das drenagens ácidas.

Prioritariamente, devem ser identificadas as bocas de minas que promovam o ingresso de água, a partir da superfície, para o subsolo, pois o objetivo dessa gestão é evitar a contaminação dos recursos hídricos pela DAM. Os pontos de surgência que ocorrem em bocas de minas e os furos de sonda devem ser tamponados. Quando houver tamponamento, deve ser promovido o adequado monitoramento, de forma a minimizar riscos de rupturas acidentais do sistema de tamponamento. Quando o tamponamento não for uma solução viável, a DAM proveniente deve ser caracterizada e quantificada para, então, ser tratada através de sistemas passivos ou ativos de tratamento, ou a combinação desses, para atender a legislação no

¹⁸² GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

¹⁸³ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO, *loc. cit.*

¹⁸⁴ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO, *loc. cit.*

¹⁸⁵ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO, *loc. cit.*

tocante às concentrações dos parâmetros de qualidade para o descarte das efluentes no corpo receptor.

Os superficiários, ou seja, os proprietários das áreas da superfície localizada sobre as minas subterrâneas devem ser informados sobre a situação da área e sobre eventuais restrições no uso de suas propriedades, decorrentes de riscos geotécnicos e outros aspectos. As restrições devem ser averbadas na matrícula do imóvel junto ao Cartório de Registro de Imóveis.

4.3.4 Aspectos sociais dos PRADs¹⁸⁶

Uma boa prática apontada pelo GTA refere-se às práticas sociais dos PRADs. Na verdade, trata de uma das ferramentas previstas nos processos de fechamento de minas e que é uma forma de trabalho preventivo no que tange a geração de conflitos. As partes interessadas, ao participarem da elaboração dos PRADs, apropriam-se do assunto e tornam-se planejadores das ações. Desse modo, eles deixam de assistir passivamente a elaboração dos PRADs e passam a agregar valor ao processo, melhorando a qualidade do documento ao contemplar os anseios das comunidades e instituições. A criação de comissões, formadas por representantes da empresa e da comunidade, é uma das maneiras de se implementar a participação social nos PRADs. Na medida do possível, o uso futuro da área deve contemplar os anseios da comunidade.

4.3.5 Participação do superficiário¹⁸⁷

O proprietário da área a ser recuperada, também chamado de superficiário, deve participar da definição do uso futuro da mesma, ressalvadas as limitações legais e aquelas decorrentes das condições da área e das técnicas aplicadas na sua recuperação. Na hipótese do uso futuro ser predefinido por lei, como é o caso da preservação permanente, o proprietário do terreno tem o dever legal de respeitar a preservação da área.

¹⁸⁶ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão** - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

¹⁸⁷ GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO, *loc. cit.*

Nos demais casos, ou seja, naqueles em que as áreas não são de preservação permanente, o uso futuro deve ser negociado entre o proprietário e a empresa responsável pela reabilitação da área. De qualquer modo, as restrições ao uso da propriedade, decorrentes das obras de reabilitação ambiental realizadas, devem ser averbadas na matrícula do imóvel junto ao Cartório de Registro de Imóveis.

4.3.6 Operações de mineração de carvão e RAD: processos sinérgicos

No Brasil, as primeiras ações de recuperação ambiental de áreas mineradas datam do final da década de 70. Grandes empresas mineradoras, principalmente aquelas multinacionais às quais se aplicavam padrões internacionais de gerenciamento ambiental, tais como a ALCOA, ALCAN, MBR, MRN e VALE DO RIO DOCE, começaram a desenvolver seus projetos de recuperação atendendo a esses padrões. Essas empresas serviram de exemplo para o setor mineral brasileiro demonstrando a viabilidade de se executar a exploração mineral com melhor desempenho ambiental.¹⁸⁸

No início dos anos 80, após a publicação da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e a partir dos primeiros resultados concretos de recuperação ambiental, a RAD começou a ser propagada pelo setor mineral. Os órgãos de licenciamento ambiental, recém criados, começaram a exigir ações de recuperação das áreas degradadas. No Rio Grande do Sul, a COPELMI Mineração e a Companhia Riograndense de Mineração implementaram medidas a partir dos exemplos das mineradoras pioneiras em RAD no país. Esses projetos, desenvolvidos pela mineração de carvão do estado no final da década de 80, serviram como modelo para os outros setores da mineração gaúcha.¹⁸⁹

As mineradoras, ao começarem a recuperar suas áreas degradadas no passado, perceberam que os custos desses passivos eram muito grandes, ou seja, estava-se investindo recursos em áreas que não mais os geravam. Despertou-se, então, para o fato de que planejar as operações unitárias de mineração com vistas à

¹⁸⁸ DA SILVA, Mário Dukas; DE CARVALHO, José Adolpho Júnior; BUGIN, Alexandre; RODRIGUEZ, Fábio A. M. Recuperação de áreas degradadas. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 93-106.

¹⁸⁹ DA SILVA, Mário Dukas; DE CARVALHO, José Adolpho Júnior; BUGIN, Alexandre; RODRIGUEZ, Fábio A. M, *loc. cit.*

recuperação ambiental das áreas mineradas poderia representar uma oportunidade de se reduzir custos futuros com a RAD. Com o planejamento racional das operações unitárias de produção, voltado para a minimização dos impactos ao meio ambiente, torna-se possível melhorar o desempenho ambiental da operação de uma unidade mineira e, ainda, reduzirem-se custos futuros com a recuperação de áreas degradadas. Como resultado dessa sinergia entre recuperação ambiental e as operações mineiras, tornou-se comum que, após a recuperação e fechamento das minas se torne imperceptível diferenciar os setores minerados daqueles não minerados.¹⁹⁰

A inclusão dos cuidados com o meio ambiente no planejamento de lavra, juntamente com o trabalho de conscientização e capacitação de todos os funcionários envolvidos nas diferentes atividades de produção quanto às suas responsabilidades pela recuperação ambiental, são condições essenciais para a prevenção dos impactos ambientais e para que se facilite a recuperação das áreas degradadas pela mineração.¹⁹¹

Algumas sinergias entre a mineração e a RAD podem ser citadas para a mineração de carvão mineral. No caso da mineração realizada a céu aberto em tiras, abre-se uma cava ou corte inicial de onde se remove todo o material disposto sobre o carvão. Esse material é utilizado para formar uma espécie de monte denominado bota-fora. Após a remoção do carvão mineral do fundo desse primeiro corte, abre-se um segundo corte, porém, dessa vez, o material removido de cima do carvão é utilizado para preencher a cava formada no primeiro corte. Essa operação se repete, sucessivamente, a cada corte e, como resultado, recupera-se a topografia e a paisagem concomitantemente ao processo de mineração.¹⁹²

Estas operações de descobertura e preenchimento da cava já minerada são o principal determinante no grau do impacto ambiental provocado por uma mina de carvão, pois além dos impactos à topografia e a paisagem, impactam o solo. A perda de suas camadas superficiais e de argilas, provocada pelo enterro destas ou pela

¹⁹⁰ DA SILVA, Mário Dukas; DE CARVALHO, José Adolpho Júnior; BUGIN, Alexandre; RODRIGUEZ, Fábio A. M. Recuperação de áreas degradadas. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 93-106.

¹⁹¹ DA SILVA, Mário Dukas; DE CARVALHO, José Adolpho Júnior; BUGIN, Alexandre; RODRIGUEZ, Fábio A. M, *loc. cit.*

¹⁹² DA SILVA, Mário Dukas; DE CARVALHO, José Adolpho Júnior; BUGIN, Alexandre; RODRIGUEZ, Fábio A. M, *loc. cit.*

inversão das camadas, trazem prejuízos irreversíveis e dificultam os modelos de recuperação ambiental. Por outro lado, o planejamento dessa operação de lavra, em que está definida preliminarmente a localização dos bota-foras e os locais para colocação dos materiais decapados (solo orgânico, argilas e estéreis), permite uma recuperação adequada, sendo os resultados obtidos com custos muito mais baixos, se comparados aos procedimentos praticados no passado.¹⁹³

¹⁹³ DA SILVA, Mário Dukas; DE CARVALHO, José Adolpho Júnior; BUGIN, Alexandre; RODRIGUEZ, Fábio A. M. Recuperação de áreas degradadas. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 93-106.

5 ESTUDOS DE CASO: A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS MINERADAS PELA COPELMI MINERAÇÃO LTDA

A COPELMI Mineração Ltda é uma empresa nacional voltada à produção de carvão mineral. Ela atua com capital privado e sua origem data do início da mineração no RS. A fundação da Companhia Minas de Carvão do Arroio dos Ratos (CMCAR), em 1883, e a abertura dos primeiros poços de exploração de carvão mineral representaram os passos iniciais da história da empresa. Em 1945, foi constituída a Companhia de Pesquisas e Lavras Minerais (COPELMI) que teve, em 1991, após trocas de razão social, fusões e mudanças no controle acionário, sua razão social alterada para COPELMI Mineração Ltda.¹⁹⁴

Atualmente, a COPELMI tem a concessão para a exploração de recursos minerais, registrados no Departamento Nacional de Produção mineral, da ordem de 3.500.000.000 de toneladas de carvão mineral localizados no Rio Grande do Sul nos municípios da região do Baixo Jacuí e no município de Candiota. Ela extrai carvão mineral de 3 minas através, exclusivamente, do método de lavra em tiras (*stripmining*), ou seja, um tipo de exploração a céu aberto. Existem, ainda, outros 2 projetos de expansão de produção de carvão mineral previstos para entrada em operação nos próximos 5 anos.¹⁹⁵

Dentre os principais clientes da COPELMI, pode-se citar as empresas Tractebel Energia, Braskem, CMPC Celulose Riograndense, InterCement, Votorantim Cimentos, Gerdau, Granol e Bianchini os quais colocam a empresa como a maior fornecedora de carvão mineral do país para uso industrial.¹⁹⁶

Em 2013, a COPELMI teve um faturamento bruto de R\$ 230 Milhões através da produção e comercialização de 2.740.000 toneladas carvão *Run of Mine* (ROM), ou seja, carvão não beneficiado. Para atingir tais números, a empresa contou com a participação de 900 colaboradores, os quais mantêm as operações da companhia à plena capacidade, operando 24 horas por dia, 30 dias por mês e 365 dias por ano. A

¹⁹⁴ WITKOWSKI, Aleksandro. A fundação do “Sindicato dos Mineiros” de Butiá. **Cadernos FAPA**, Porto Alegre, n. 2, 2º sem. 2005.

¹⁹⁵ GRIGORIEFF, Alexandre. Diretor Adjunto de Operações. Copelmi Mineração Ltda. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

¹⁹⁶ GRIGORIEFF, *loc. cit.*

produção da COPELMI gerou a arrecadação de ICMS de R\$ 16,5 Milhões nesse mesmo período.¹⁹⁷

5.1 A GESTÃO AMBIENTAL DA EMPRESA

Os resultados econômicos, a geração de empregos e a arrecadação apresentados só foram possíveis e continuam se viabilizando ao longo dos anos devido à visão de longo prazo da empresa. Em 1981, com a publicação da Política Nacional do Meio Ambiente e a entrada em voga do princípio do poluidor-pagador e da recuperação ambiental, a COPELMI inovou seu processo de lavra de modo que a recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração passou a ocorrer simultaneamente ao processo de mineração do carvão.¹⁹⁸

A recuperação ambiental assim como outras ferramentas de gerenciamento ambiental que se tornaram obrigatórias através da legislação, provocaram a empresa a buscar soluções tecnológicas que lhe permitissem continuar operando dentro dos preceitos legais. Em busca de *know-how* tecnológico, a COPELMI passou a investir mais intensamente em pesquisas nas áreas de tratamento de efluentes e de recuperação ambiental, constituindo uma equipe específica para realizar experimentos de campo e melhorar os resultados da implantação de coberturas vegetais nas áreas mineradas. Nessa época, o engenheiro agrônomo Alexandre Bugin, um dos coordenadores técnicos do “Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração” editado pelo IBAMA em 1990, fazia parte do corpo técnico da COPELMI e foi o responsável por desenvolver as técnicas de recuperação ambiental da empresa.¹⁹⁹

Com a entrada em vigor da Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, a COPELMI tornou-se a primeira mineradora do Rio Grande do Sul a concluir, e aprovar um EIA e um RIMA. Este trabalho licenciou ambientalmente a Mina do Butiá-Leste a qual iniciou suas atividades de lavra em 1987, mantendo-se em operação até hoje. Nessa mina, foram aplicadas, desde o início de sua vida produtiva, procedimentos operacionais seguindo técnicas ambientais inovadas pela

¹⁹⁷ GRIGORIEFF, Alexandre. Diretor Adjunto de Operações. Copelmi Mineração Ltda. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

¹⁹⁸ BUGIN, Alexandre. Sócio Diretor. ABG Engenharia e Meio Ambiente. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

¹⁹⁹ BUGIN, *loc. cit.*

empresa, ou seja, visando a recuperação ambiental futura e o fechamento da mina.²⁰⁰

Ao longo dos anos, os requisitos legais vieram se intensificando e os processos de licenciamento ambiental tornando-se cada vez mais exigentes e complexos. Os municípios, nos quais as minas da COPELMI situam-se, viram suas populações aumentarem e, conseqüentemente, as residências e demais ocupações territoriais aproximarem-se das áreas em lavra, resultando na necessidade de se incluir ainda mais partes interessadas nos processos decisórios. Em resposta a esse cenário mais complexo, a COPELMI fortaleceu seu sistema de gestão ambiental (SGA), registrando suas técnicas, padrões, controles operacionais e demais processos através de documentos e registros, investiu em programas contínuos de treinamento de suas equipes, contratou consultorias especializadas em controle de requisitos legais e na sistematização do SGA. Todo esse esforço culminou com a certificação do SGA da COPELMI através da norma ABNT NBR 14.001 em 2008. Posteriormente, em 2012, a empresa constituiu uma gerência específica com autonomia para conduzir seus processos ambientais e de responsabilidade social, consolidando a visão de sustentabilidade da companhia.²⁰¹

Atualmente, os resultados dos investimentos em gestão ambiental são expressivos. Nos últimos 10 anos, a COPELMI fez a recuperação ambiental de mais de 900 hectares de áreas mineradas, transformando-as em áreas produtivas através da pecuária bovina, do plantio de soja, silvicultura, piscicultura e, até mesmo, em áreas que estão voltando a fornecer seus serviços ambientais originais como é o caso das APP's. No caso dos efluentes aos efluentes, todas as drenagens das áreas de estoque de carvão mineral e de rejeitos de mineração são tratadas em estações de tratamento de efluentes industriais compostas por processos passivos e ativos de tratamento, garantindo o controle de poluição e a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.²⁰²

²⁰⁰ DA SILVA, Mário Dukas; DE CARVALHO, José Adolpho Júnior; BUGIN, Alexandre; RODRIGUEZ, Fábio A. M. Recuperação de áreas degradadas. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 93-106.

²⁰¹ GRIGORIEFF, Alexandre. Diretor Adjunto de Operações. Copelmi Mineração Ltda. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

²⁰² GRIGORIEFF, *loc. cit.*

As relações com as partes interessadas são outro ponto de destaque na gestão da empresa. A COPELMI mantém canais de comunicação abertos com as comunidades vizinhas às suas operações, com órgãos ambientais, universidades, escolas, dentre outros. Todas as demandas são registradas e os solicitantes sempre recebem o retorno de suas contribuições. Projetos socioambientais como o "COPELMI na Escola" e o "Projeto Pescar" realçam a atuação socialmente responsável da empresa. O primeiro tem o objetivo de fomentar a educação ambiental nas escolas dos municípios de Arroio dos Ratos e Butiá, ao passo que o "Projeto Pescar" atende jovens de comunidades carentes proporcionando-lhes a oportunidade de desenvolver habilidades e de prepará-los para o mercado de trabalho e para a vida adulta de qualidade. A empresa investiu em um centro de educação equipado com sala de aula, computadores e sistema audiovisual que permitem aos jovens uma melhor condição de aprendizado. Atualmente, a empresa ampliou o público do "Projeto Pescar" em mais uma turma, totalizando 40 alunos recebendo conhecimentos técnicos em eletromecânica e em gestão ambiental.²⁰³

5.2 A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS MINERADAS PELA COPELMI

As áreas mineradas pela COPELMI, tendo em vista a inclusão das variáveis ambientais no planejamento das operações de mineração a partir do final da década de 80 do século passado, passaram por processo de análise para que todas fossem incluídas em um programa de recuperação ambiental e que houvesse o planejamento de ações de fechamento e de pós-fechamento de todas as minas. Para que isso fosse viabilizado, estabeleceu-se o uso futuro de cada uma dessas áreas o que levou a classificá-las como "preservação permanente" ou "uso econômico".

Após determinado o uso futuro, inicia-se o planejamento das ações de recuperação de cada área degradada de modo que sejam obtidos resultados a curto, médio e longo prazo, ou seja, que se chegue ao uso futuro planejado. O acompanhamento do atingimento desses objetivos é dado pelos monitoramentos ambientais os quais apontam a necessidade de intervenções de manutenção e retrabalho nas áreas já recuperadas. Os objetivos da recuperação, conforme seus

²⁰³ GRIGORIEFF, Alexandre. Diretor Adjunto de Operações. Copelmi Mineração Ltda. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

respectivos prazos, são os seguintes: (a) curto prazo: (a.i) controle de erosão, (a.ii) revegetação e (a.iii) correção da fertilidade do solo; (b) médio prazo: (b.i) extinção do processo de erosão, (b.ii) surgimento de sucessão vegetal, (b.iii) indícios de reestruturação das propriedades físicas do solo e início de reciclagem de nutrientes, vegetação e organismos vivos (microfauna), (b.iv) aparecimento de fauna; e (c) longo prazo: (c.i) auto-sustentação do processo de recuperação, (c.ii) retorno da fauna na área, (c.iii) novos equilíbrios entre solo-planta-animal e (c.iv) uso futuro da área.²⁰⁴

Cada uma das áreas degradadas pelas atividades de mineração é incluída no planejamento de RAD, sendo que ações específicas são determinadas e dispostas em cronograma de ações com horizonte de tempo que pode chegar a 20 anos, dependendo de quando terminarão as operações de mineração. As práticas usuais da recuperação, principalmente aquelas integradas ao processo de mineração, encontram-se detalhadamente descritas através do procedimento “PO-GE-014 Recuperação de Áreas Degradadas” e das instruções de trabalho “IT-GE-060 Monitoramento de Área Recuperada” e “IT-026-Recuperação de áreas”.

Tendo-se em vista identificar os casos práticos de recuperação de áreas degradadas realizados pela empresa e seus respectivos resultados, alguns exemplos serão apresentados e analisados a seguir.

5.2.1.1 Capão da Roça

A área denominada Capão da Roça localiza-se no município de Charqueadas e tem aproximadamente 10 hectares de superfície. Ela era de propriedade da COPELMI Mineração Ltda e recebeu os rejeitos do carvão mineral beneficiado na empresa Aços Finos Piratini, através da tecnologia de meios densos. A atividade de beneficiamento e, conseqüentemente, a disposição de rejeitos de carvão no Capão da Roça também. Essa área ficou caracterizada, então, por uma larga extensão de terra recoberta por rejeitos dispostos a céu aberto e sem qualquer tipo de controle ambiental. Todavia, com a entrada da Política Nacional de Meio Ambiente e demais marcos regulatórios, o Capão da Roça passara a constituir um passivo ambiental

²⁰⁴ GRIGORIEFF, Alexandre. Diretor Adjunto de Operações. Copelmi Mineração Ltda. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

que necessitava ter definido um uso futuro e ações de recuperação ambiental que garantissem a efetivação o atingimento de tal uso.²⁰⁵

O planejamento das ações de recuperação previu que a área seria utilizada, inicialmente, para a pecuária bovina e, futuramente, para a expansão urbana do município de Charqueadas (reabilitação). No entanto, as ações de reabilitação ambiental a serem implantadas precisariam ser especialmente planejadas para o caso em questão, visto que se tratava de um passivo ambiental e não de um processo de lavra cuja sequência de RAD ocorre simultaneamente ao processo de mineração. Tendo em vista a complexidade da degradação ambiental da área, a COPELMI realizou parcerias com centros de pesquisa tais como o Laboratório de Estudos Ambientais para Metalurgia (LEAmet) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Os estudos realizados pelo LEAmet caracterizaram cientificamente o problema cuja grande degradação era proporcionada aos recursos hídricos pela DAM. O rejeito, disposto sobre os 10 hectares de área, recebia a incidência direta de água de chuva e gerava drenagem ácida de mina a qual percolava pelo rejeito e escoava pela superfície do solo chegando ao arroio Passo do Leão. A DAM gerada tinha (i) pH oscilando entre 2,6 e 2,9; (ii) acidez total entre 800 e 3.346 mg CaCO₃/L; (iii) ferro entre 46 e 376 mg/L; (iv) alumínio entre 34 e 118 mg/L; (v) manganês entre 2,2 e 6,6 mg/L; e (vi) sulfatos entre 3.833 e 6.906 mg/L. Quando lançada, a DAM degradava a qualidade da água do arroio de modo que seu (i) pH sofria um decréscimo de 6,3 para 5,6; (ii) a concentração de ferro passasse de 2 para 4 mg/L; (iii) a de alumínio de 0,2 para 0,5 mg/L e a de manganês de 0,1 para 0,2 mg/l. Muito embora a qualidade da água do arroio já fosse ruim à montante da área degradada, o problema da DAM precisava ser solucionado e o uso futuro da área precisava ser garantido.²⁰⁶

De modo similar ao que ocorria com a qualidade da água superficial, ocorreu com a água subterrânea, pois parcela da DAM formada infiltrava no solo e contaminava o lençol freático. A paisagem foi impactada pela exposição do rejeito e inexistência de cobertura vegetal. Enfim, a degradação ambiental precisava de

²⁰⁵ GRIGORIEFF, Alexandre. Diretor Adjunto de Operações. Copelmi Mineração Ltda. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

²⁰⁶ SCHNEIDER, Ivo André Homrich. **Controle de DAM na área do Capão da Roça**: COPELMI. Relatório. 2006.

medidas que proporcionassem a reparação do dano. Para tanto, um plano de reabilitação foi elaborado previa a cobertura dos rejeitos com material alcalino composto por cinzas que elevassem o pH da água e neutralizassem a acidez formada. Sobre essa cama de cinzas, de espessura média de um metro, foram dispostos argila e solo orgânico visando impermeabilizar a superfície e estabelecer uma cobertura vegetal. Essa foi composta por espécies herbáceas, para a formação de pastagens, e acácias.²⁰⁷

Além da impermeabilização da superfície visando minimizar a formação de DAM, foi escavado um canal no entorno de uma porção da área degradada com a finalidade de coletar a DAM que percola pelo subsolo. A DAM coletada é, então, bombeada para uma estação de tratamento de efluentes ácidos (ETEDAM), projetada pela empresa Aquafлот Ambiental LTDA, a qual neutraliza seu pH e reduz a concentração de seus os poluentes.²⁰⁸

Todas as ações de caracterização da área degradada até a realização de intervenções de reabilitação ambiental tomaram um tempo grande devido a sua complexidade. Os primeiros estudos de caracterização da qualidade ambiental da área degradada iniciaram por volta de 1997 e a conclusão das ações de reabilitação ocorreu em 2008 com entrada em operação da ETEDAM. Esse processo foi acompanhado pelo Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul através do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) derivado do Inquérito Civil 001/96.²⁰⁹

Os resultados da reabilitação ambiental demonstram que o efluente teve significativa melhora de qualidade quanto à concentração de metais e pH à partir de 2008, graças à instalação da estação de tratamento de drenagens ácidas (ETEDAM). O sistema de tratamento projetado trata a vazão máxima de, aproximadamente, 50 m³/h de DAM recalçada do canal superficial que à coleta da área de passivo. Conforme pode ser verificado, nos laudos de análise de efluentes de 2008 a 2014, os parâmetros de análise previstos para lançamento na Resolução CONSEMA 128/2006 são integralmente atendidos. O alumínio, por exemplo, pode ser lançado com concentração máxima de 10 mg/L e o efluente tratado, desde 2011,

²⁰⁷ GRIGORIEFF, Alexandre. Diretor Adjunto de Operações. Copelmi Mineração Ltda. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

²⁰⁸ DA SILVA, Renato Dantas Rocha. **Interações de íons sulfato com sais de alumínio em soluções ácidas: estudos básicos e aplicações ambientais**. 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. p. 40-43.

²⁰⁹ GRIGORIEFF, *loc. cit.*

não atinge 1 mg/L de concentração para tal parâmetro. O ferro tem o mesmo limite de concentração que o Alumínio, 10 mg/L, porém o efluente tratado não atinge 0,3 mg/L de ferro desde 2011. No caso do manganês a situação não é tão confortável, mas, ainda assim, o limite de 1 mg/L estabelecido para lançamento é respeitado e o pH oscila na faixa da neutralidade. Considerando-se o efluente bruto e o efluente tratado, a eficiência média de remoção do ferro chega a ser superior a 99%.²¹⁰

A Figura 1 mostra o canal de captação de DAM, construído no entorno da área degradada recoberta por cinzas alcalinizantes, argila, solo orgânico e vegetação. A ETEDAM aparece ao fundo no lado esquerdo da imagem.

Figura 1 – Canal de coleta de DAM para tratamento.²¹¹



Quanto à água subterrânea, os monitoramentos de sua qualidade é realizado através da amostragem de 3 piezômetros denominados CR1, CR2 e CR3. Os respectivos resultados das análises de qualidade da água demonstram haver qualidade inferior no CR3 o qual se localiza no centro do antigo depósito de rejeitos.

As séries históricas de dados de análise de qualidade da água nos poços CR1, à montante, e CR2, à jusante, demonstram que não existe alteração de qualidade de água ao longo do tempo. Isso se explica pela baixa permeabilidade e baixo gradiente piezométrico dos solos que compõem a base do depósito de

²¹⁰ Os valores derivaram dos resultados históricos de análise de qualidade de água superficial, em pontos de montante e de jusante, para o período que compreende os anos de 2008 a 2014 e do Ofício DS-POA 054/2013 encaminhado a Procuradoria da República no RS em 26/08/2013.

²¹¹ A figura foi extraída do Ofício DS-POA 054/2013 encaminhado a Procuradoria da República no RS em 26/08/2013.

rejeitos. Dessa forma, a pluma de contaminação em CR3 permanece estática, ou seja, não há propagação em direção ao ponto de jusante (CR2).²¹²

Com a implementação das medidas de reabilitação, o risco de degradação da qualidade das águas subterrâneas do entorno ficou controlado. A concentração de manganês no piezômetro CR2, à jusante, demonstra isso. O padrão estabelecido para consumo humano para águas subterrâneas na Resolução CONAMA 396/2008, ou seja, concentração inferior a 0,1 mg/L, é atendido integralmente ao longo do tempo.²¹³

O solo disposto na área reabilitada também fornece importantes informações quanto à qualidade das ações de reabilitação. Os relatórios de monitoramento da qualidade dos solos, elaborados pela empresa ABG Engenharia, concluem que os solos reconstituídos das áreas de recuperação Capão da Roça apresentaram atributos químicos bastante semelhantes ao solo não minerado na região. A área monitorada está inserida na Unidade de Mapeamento Rio Pardo a qual apresenta fertilidade naturalmente baixa, solos fortemente ácidos com saturação e soma de bases baixas, pobres em nutrientes e alumínio trocável considerável. As amostras de solo da área recuperada apresentaram melhores condições de fertilidade do que aquelas da unidade de Mapeamento e da amostrada em área virgem próxima ao Capão da Roça. A boa capacidade de troca de cátions e a elevada saturação de bases do solo da área recuperada comprovam essa afirmação.²¹⁴

Quanto ao aspecto paisagístico e geomorfológico, a Figura 2 apresenta a área onde havia os rejeitos de carvão mineral expostos. Atualmente, a área encontra-se reabilitada com a cobertura de vegetação herbácea a qual serve de pastagem para o gado do proprietário atual da área. Verifica-se a presença das acácias que fazem sombra para o gado abrigar-se do sol.

²¹² Conclusão dos estudos geofísicos realizados pela da CPRM em 1995 e pela INTERGEO em 2008, conforme citado no Ofício DS-POA 054/2013.

²¹³ Ofício DS-POA 054/2013 encaminhado a Procuradoria da República no RS em 26/08/2013.

²¹⁴ Relatórios anuais de análise da qualidade dos solos das áreas reabilitadas do Capão da Roça compreendendo o período de 2005 a 2014.

Figura 2 – Área do depósito de rejeitos reabilitada.²¹⁵



O Capão da Roça representa, portanto, um caso de área degradada que foi gerada antes de 1981 quando a Política Nacional do Meio Ambiente fora publicada. Esse é um caso típico de reparação de dano caracterizado por passivo ambiental, ou seja, quando os padrões de operação e de cuidados com o meio ambiente eram muito mais brandos do que aqueles atualmente praticados. Esse tipo de reparação do dano é muito mais complexo, tendo-se em vista que não houve atuação preventiva, nem o decorrente planejamento da atividade de modo a garantir que a recuperação ambiental fosse simplificada. Nos dias atuais, o rejeito não teria sido disposto a céu aberto em uma área sem controle de drenagens nem tratamento de DAM. As práticas correntes garantem que o rejeito seja corretamente manejado e

²¹⁵ A figura foi extraída do Ofício DS-POA 054/2013 encaminhado a Procuradoria da República no RS em 26/08/2013.

disposto durante o próprio processo de mineração, ou seja, ele sequer chega a causar um dano ambiental porque é gerenciado de forma preventiva.²¹⁶

5.2.2 Mina do Butiá-Leste

Esta mina localiza-se no município de Butiá/RS e pode ser acessada pela BR290 nas proximidades do Km168. Ela teve suas atividades de lavra iniciadas em 1987 e, muito embora ainda continue em operação, grande parte de sua área já foi plenamente recuperada e receberá o uso futuro planejado. As áreas mineradas e recuperadas até o ano 2000 foram devolvidas ao superficiário e são, atualmente, utilizadas para pecuária com nível muito alto de produtividade em termos de qualidade das pastagens. Na área devolvida existe, atualmente, a Fazenda Butiá de 1500 hectares. Ela pertence à Agropecuária Fagundes e nela são criadas 1450 cabeças de gado das raças Bradford e Aberdeen Angus, 204 ovelhas e 14 cavalos e plantados 50 hectares de eucalipto.

A área minerada na Mina do Butiá-Leste completou todo o ciclo, ou seja, passou por estudo de impacto ambiental, foi licenciada para operação, minerada, reabilitada ambientalmente, devolvida ao superficiário e, por fim, empregada para fins agropecuários.

Os resultados da recuperação ambiental na Mina do Butiá-Leste podem ser evidenciados ao se analisar os resultados dos monitoramentos ambientais, estabelecidos pela LO01357/2005-DL²¹⁷ e imagens fotográficas da recuperação. Ou seja, a recuperação ambiental pode ser verificada quando os padrões de qualidade ambiental estão de acordo com o uso futuro pretendido para a área.

O monitoramento do solo, por exemplo, é realizado anualmente em 5 pontos, sendo um deles o ponto branco ou de controle, ou seja, um ponto no qual o solo não passou por processo de mineração e que contém características do solo da região (Unidade de Mapeamento Alto das Canas). São monitorados, em laboratório externo e credenciado, os parâmetros de fertilidade do solo tais como pH, potássio, fósforo, matéria orgânica, zinco, cobre, boro, capacidade de troca de cátions, nitrogênio e

²¹⁶ DA SILVA, Mário Dukas; DE CARVALHO, José Adolpho Júnior; BUGIN, Alexandre; RODRIGUEZ, Fábio A. M. Recuperação de áreas degradadas. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 93-106.

²¹⁷ FEPAM. **Licença de Operação n° 01357/2005-DL**. Disponível em <<http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento/Area1/default.asp>>. Acessado em 26/06/2014.

acidez potencial. Os valores obtidos são interpretados por engenheiros agrônomos de consultoria especializada que emite relatórios analíticos.²¹⁸

Conforme os laudos de monitoramento, o solos desta Unidade de Mapeamento, ou seja, o solo natural da região apresenta fertilidade natural moderada, são fortemente ácidos e relativamente pobres em nutrientes, especialmente o fósforo e potássio. Entretanto, as áreas monitoradas apresentam melhores condições de fertilidade que a Unidade de Mapeamento em vários aspectos. A área monitorada tem, em geral, valores médios a altos de capacidade de troca de cátions, saturação de bases elevada, valores médios de matéria orgânica e níveis elevados de nutrientes, como potássio, cálcio, magnésio e fósforo, indicando solos de boa fertilidade. Em relação aos metais analisados, observa-se que os solos das áreas de recuperação também apresentam concentrações semelhantes às amostras da área não minerada. Ou seja, os solos recuperados nas áreas mineradas tem fertilidade igual ou superior aos solos característicos da região.²¹⁹

Os recursos hídricos em área de mineração de carvão, conforme visto anteriormente, precisam ser monitorados quanto a sua qualidade ambiental, visto que podem ser impactados por essa atividade. No caso dos recursos hídricos superficiais próximos à Mina Butiá-Leste, o monitoramento ocorre trimestralmente à montante e à jusante da mina e, assim, pode-se identificar qual é a contribuição da área quanto à concentração de poluentes. Ao se analisar a média dos valores obtidos para a série histórica dos dados de análise para os parâmetros característicos da drenagem ácida, ou seja, pH, alumínio, ferro e manganês, no sentido de montante para jusante, percebe-se que: (i) o pH do passou de 6,5 para 7,64, ou seja, está completamente enquadrado na classificação dos recursos hídricos superficiais definida pela Resolução CONAMA 357/05 que preconiza a faixa de 6 a 9 para o pH. Além disso, o pH característico da DAM é menor que 2 e houve acréscimo do pH de jusante em relação ao de montante; (ii) o alumínio dissolvido teve sua concentração de montante em 0,53 mg/L e de jusante em 0,55 mg/L Os demais metais também não passaram por aumento significativo de concentração e,

²¹⁸ Informações obtidas no Plano de Monitoramento Ambiental da COPELMI Mineração Ltda em sua última revisão. Consultado em 25/06/2014.

²¹⁹ As conclusões citadas são apresentadas nos relatórios anuais de interpretação dos laudos de análise do solo para os anos de 2005 a 2012.

no caso do ferro dissolvido e do manganês total as concentrações à jusante diminuíram, logo não se pode afirmar que a mina em questão tenha contribuído para a poluição do recurso hídrico superficial. Ou seja, pode-se concluir que a Mina do Butiá-Leste não degradou a qualidade das águas superficiais.²²⁰

No caso dos recursos hídricos subterrâneos próximos à Mina Butiá-Leste, o monitoramento ocorre semestralmente à montante e à jusante da mina e, assim, de modo análogo às águas superficiais, pode-se identificar qual é a contribuição da área quanto à concentração de poluentes. Ao se analisar a média dos valores obtidos para a série histórica dos dados de análise para os parâmetros característicos da drenagem ácida, ou seja, pH, alumínio, ferro e manganês, no sentido de montante para jusante, percebe-se que: (i) o pH do passou de 7,06 para 6,57. Apesar de o pH ter um decréscimo de montante para jusante, está completamente enquadrado na classificação dos recursos hídricos subterrâneos conforme definido pela Resolução CONAMA 396/08 que não limita o pH. Além disso, o pH característico da DAM é menor que 2 e o valor de jusante encontra-se próximo da neutralidade; (ii) o alumínio dissolvido variou de 0,33 mg/L para 0,52 mg/L, permanecendo abaixo do 5 mg/L previsto na Resolução CONAMA 396/08; (iii) o ferro passou de 2,46 mg/L para 2,23 mg/L, ou seja, decresceu à jusante; e (iv) o manganês que teve sua concentração reduzida de montante para jusante, passando de 0,36 mg/L para 0,2 mg/L. Ou seja, pode-se concluir que a Mina do Butiá-Leste não degradou a qualidade das águas subterrâneas.²²¹

Os processos erosivos da Mina do Butiá-Leste estão plenamente controlados, visto que a vegetação estabeleceu-se com sucesso atingindo cobertura de 100% do solo e que as declividades máximas das áreas recuperadas respeitam a geomorfologia da região como evidenciam as figuras a seguir.

²²⁰ Os valores derivaram dos resultados históricos de análise de qualidade de água superficial, em pontos de montante e de jusante, para o período que compreende os anos de 2010 a 2014.

²²¹ *Ibidem.*

Figura 3 – Cava de mineração da Mina Butiá-Leste no ano de 2004.²²²



A Figura 3 mostra o processo de extração do carvão mineral na Mina do Butiá-Leste o qual fora realizado por *dragline*, escavadeiras e caminhões. Na parte de baixo da figura, estava ocorrendo a extração mineral e o material naturalmente depositado sobre o carvão era transportado para a parte da cava que já tinha sido minerada. Na parte superior da figura, se percebe os caminhões depositando o material seguindo a ordem estratigráfica original da natureza da região, ou seja, os siltitos sendo depositados na parte mais profunda da cava, sobre eles as argilas amarelas, depois as vermelhas e, por último, na superfície, o solo orgânico.

A Figura 4, mostrada a seguir, apresenta o aspecto final das argilas e solo orgânico dispostos ao final do processo de recuperação topográfica. Na parte superior dessa figura, se identifica a cava em operação e, um pouco mais abaixo, as argilas que foram dispostas aguardando seu recobrimento pelo solo orgânico. Na parte inferior da imagem, identifica-se o solo orgânico com resquícios da vegetação que o recobria originalmente na natureza. Esses resquícios vegetais formam o banco de sementes que auxiliarão no reestabelecimento da vegetação nesse solo, retomando os processos ecossistêmicos e acelerando a sua recuperação.

²²² Imagens cedidas pela Copelmi Mineração Ltda as quais constam nos relatórios periódicos enviados ao órgão ambiental licenciador – FEPAM.

Figura 4 – Cava de mineração com o relevo recuperado, parcialmente recoberta por solo orgânico no ano de 2005.²²³



A Figura 5 apresenta a mesma área da Figura 4, porém dois anos após a recuperação topográfica. A área passou por correção da fertilidade do solo e semeadura de espécies herbáceas, visando a reabilitação da área para uso na agropecuária. Identifica-se, na Figura 5, ao fundo, uma área recuperada topograficamente e, à frente, a área reabilitada com cobertura por pastagem e com o gado já introduzido. Ou seja, em dois anos, após a última intervenção de reabilitação que consiste na semeadura de espécies de porte herbáceo, já é possível destinar as áreas reabilitadas ao seu uso futuro.

²²³ Imagens cedidas pela Copelmi Mineração Ltda as quais constam nos relatórios periódicos enviados ao órgão ambiental licenciador – FEPAM.

Figura 5 – Vista parcial de área reabilitada e de área em recuperação ao fundo. Detalhe da pecuária com cabeças de gado ao fundo no ano de 2007. ²²⁴



As imagens da Figura 6 e da Figura 7 apresentam a Mina Butiá-Leste na situação atual de recuperação. Verifica-se em ambas imagens que, mesmo a 7 anos após a área ter recebido o uso futuro planejado, a qualidade da reabilitação permanece efetiva, dispensando ações corretivas e de manutenção.

²²⁴ Imagens cedidas pela Copelmi Mineração Ltda as quais constam nos relatórios periódicos enviados ao órgão ambiental licenciador – FEPAM.

Figura 6 – Estado atual da recuperação ambiental das áreas da Mina do Butiá-Leste em 2014.²²⁵



Figura 7 – Estado atual da recuperação ambiental das áreas da Mina do Butiá-Leste em 2014.²²⁶



²²⁵ Imagens cedidas pela Copelmi Mineração Ltda as quais constam nos relatórios periódicos enviados ao órgão ambiental licenciador – FEPAM.

²²⁶ *Ibidem.*

5.2.3 Outras minas e resultados de RAD

A Mina do Recreio, localizada no município de Butiá cujo acesso é feito pelo Km178 da BR290, foi palco de alguns experimentos de RAD. Em meados da década de 80, a COPELMI começou a desenvolver pesquisas visando à utilização de espécies gramíneas e arbóreas que melhor se adaptassem às condições do solo reconstruído pela operação de lavra. Tentava-se identificar espécies de rápido crescimento que fixassem melhor o solo através de suas raízes e evitassem ou minimizassem os processos erosivos. A espécie arbórea de melhor adaptação foi a acácia negra que, embora seja uma espécie exótica, era uma árvore intensamente explorada nas fazendas da região do Baixo Jacuí para fins comerciais. De sua casca é obtido o tanino, e sua lenha é empregada na produção de celulose, produção de carvão vegetal e geração de energia. Trata-se de uma árvore de vida curta, entre 5 e 10 anos, e que não inibe a sucessão vegetal. A acácia negra tem ação recuperadora dos solos de baixa fertilidade, principalmente por enriquecer o solo ao depor o folheto, riquíssimo em nitrogênio e matéria orgânica.²²⁷

A COPELMI reabilitou cerca de 200 hectares de áreas mineradas da Mina do Recreio através do plantio de acácia negra e realizou estudos em conjunto com o Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria visando à melhoria da qualidade da mata plantada. Posteriormente, firmou uma parceria com a empresa SETA S.A. para o plantio e manejo de acácia em várias áreas mineradas também da Mina do Recreio. Esta parceria constitui um exemplo de viabilidade do equilíbrio entre os aspectos ambientais e econômicos nas atividades produtivas.²²⁸

O fornecimento de água bruta para abastecimento da cidade de Butiá constitui outro exemplo da sinergia possível entre a atividade de recuperação de áreas degradadas pela mineração e os interesses da comunidade. A extração do carvão mineral através da lavra em tiras é empregada nas minas a céu aberto da COPELMI. Ele tem a peculiaridade de poder transformar o último corte de lavra de uma determinada área da mina em um lago. Isso ocorreu no Bloco Charrua o qual foi minerado entre 1992 e 1994 na Mina do Recreio. Em 1996, foi concluída a

²²⁷ DA SILVA, Renato Dantas Rocha. **Interações de íons sulfato com sais de alumínio em soluções ácidas: estudos básicos e aplicações ambientais**. 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. p 40-43.

²²⁸ DA SILVA, Renato Dantas Rocha, *loc. cit.*

construção do lago final. Em 1997, devido a uma grande seca ocorrida na região, a água de reservatório utilizado pela CORSAN para atender a cidade de Butiá atingiu o nível mínimo crítico, pondo em risco o abastecimento da cidade. A CORSAN, em busca de alternativas de abastecimento, analisou a água do lago do Bloco Charrua e constatou ela poderia ser empregada como fonte de água bruta para o abastecimento de Butiá. Uma adutora foi construída no lago que passou a abastecer o reservatório da cidade e, desde então, essa alternativa tem sido empregada nos períodos de seca intensa.²²⁹

Posteriormente, em 1999, no mesmo lago do Bloco Charrua foi implantada uma estação experimental de piscicultura. O experimento teve a duração de 10 meses e foi composto por 20 tanques-redes de volume unitário de 1m³. Durante o período, foram produzidos aproximadamente 20 t de Tilápias (*Oreochromis niloticus*) demonstrando a viabilidade de mais um tipo uso futuro para as áreas de mineração.²³⁰

Outro tipo de uso futuro que merece destaque pelo seu sucesso foi o desenvolvimento de um aterro de resíduos sólidos urbanos em uma área minerada reabilitada. A COPELMI desenvolveu uma alternativa que serviu de solução para a reabilitação de uma área degradada pela mineração e, simultaneamente, resolveu um grande problema urbano atual que é a destinação final dos resíduos sólidos gerados pela população. Foi construído, na Mina do Recreio um aterro sanitário a partir de uma cava final. Essa foi preparada seguindo critérios técnicos para a construção de aterros de modo a receber resíduos domésticos sem contaminar o do solo do seu entorno.²³¹

O aterro ocupa uma área de 73 hectares e tem capacidade de receber cerca de 23 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. A impermeabilização da sua base e taludes foi executada através da deposição e compactação de camadas de argilas de baixíssima permeabilidade, intercaladas por camadas de areia para detecção de eventuais vazamentos e, ao final, a sobreposição de uma geomembrana de polietileno. O efluente, chamado de chorume, e os gases gerados

²²⁹ DA SILVA, Renato Dantas Rocha. **Interações de íons sulfato com sais de alumínio em soluções ácidas: estudos básicos e aplicações ambientais**. 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. p 40-43.

²³⁰ DA SILVA, Renato Dantas Rocha, *loc. cit.*

²³¹ DA SILVA, Renato Dantas Rocha, *loc. cit.*

pelos resíduos são retirados através de tubulações e drenos. Os gases são queimados na superfície em queimadores e o chorume é conduzido para uma estação de tratamento de efluentes.²³²

Este tipo de operação consorciada entre aterro e mina traz uma série de vantagens em relação aos aterros convencionais, pois é possível manter uma área de resíduos descoberta bastante pequena. Além disso, os volumes de materiais estéreis movimentados na mina servem para a formação das células dos aterros e, como principal sinergia, utiliza-se uma área já degradada para se realizar uma atividade degradadora do meio ambiente que é a destinação final de resíduos. Ou seja, evita-se que novas áreas sejam degradadas.²³³

²³² Informações obtidas a partir da página da empresa CRVR na internet. Disponível em <<http://www.crvr.com.br/UnidadeMinasLeao.html>>. Acessado em 26/06/2014.

²³³ DA SILVA, Renato Dantas Rocha. **Interações de íons sulfato com sais de alumínio em soluções ácidas: estudos básicos e aplicações ambientais**. 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. p 40-43.

6 CONCLUSÃO

A recuperação de áreas degradadas pela mineração é uma prática que evoluiu significativamente nos últimos 30 anos. As pesquisas e aplicações experimentais tiveram papel fundamental em tamanha evolução, sendo que os resultados desses trabalhos ficaram registrados através de manuais de recuperação ambiental. O “Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração”, do IBAMA, e o “Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo” são algumas publicações técnicas dentre tantas outras que buscam facilitar o planejamento e a execução da RAD pelos empreendedores. Essas iniciativas têm contribuído de forma significativa para o sucesso dos processos de recuperação ambiental das áreas mineradas, pois garantem ao empreendedor o acesso ao conhecimento técnico de qualidade.

O sucesso dos processos de recuperação ambiental é evidenciado em casos concretos como o da recuperação das áreas degradadas pela mineração do carvão mineral no Rio Grande do Sul. Ao se analisar o estudo de caso da COPELMI Mineração Ltda, percebe-se que a recuperação de áreas degradadas passou a integrar os processos decisórios e de gestão da empresa a partir da década de 80 do século passado. A partir de então, a COPELMI passou a recuperar seus passivos ambientais, fato que representa, claramente, o princípio do poluidor-pagador sendo concretizado através de um caso prático. A recuperação ambiental da área denominada “Capão da Roça” é a demonstração pura da aplicabilidade desse princípio do Direito Ambiental.

Por outro lado, o estudo de caso da COPELMI demonstra, não apenas, a face corretiva do princípio do poluidor-pagador. Ou seja, além da obrigação de reparar o dano ambiental, o incentivo à prevenção do dano também se apresenta nesse caso concreto. À medida que a COPELMI passou a recuperar seus passivos ambientalmente, ela despertou para o fato de que a prevenção da degradação traz maiores benefícios, não apenas, ao meio ambiente, mas à economia da empresa também. Reparar os danos gerados traz custos maiores do que prevenir a sua ocorrência, logo trabalhar na prevenção da degradação ambiental é, também, uma forma de gerar economia para as empresas. Os investimentos da COPELMI em gestão e gerenciamento ambiental traduziram-se na alteração de suas práticas de mineração as quais passaram a ser planejadas e executadas de modo a minimizar a

geração de passivos ambientais. O caso da Mina do Butiá-Leste evidencia esse processo, pois as técnicas de lavra foram inovadas ambientalmente através, por exemplo, do manejo do solo orgânico e da recuperação da topografia concomitantemente ao processo de lavra, ou seja, a mineração iniciou suas operações já com o foco no meio ambiente.

O princípio do poluidor-pagador é, sem dúvida, importante para a preservação do meio ambiente. A história da mineração do carvão no Brasil demonstra isso com casos práticos. Antes da publicação da Política Nacional do Meio Ambiente em 1981, a qual inclui o princípio no marco regulatório nacional, a mineração do carvão era realizada sem planejamento ambiental e, ao seu final, não eram tomadas as ações de reparação dos danos de modo que as áreas degradadas fossem reabilitadas, recuperadas ou restauradas com vistas ao seu uso futuro. Como consequência da exclusão dos valores ambientais na gestão empresarial, muitos danos foram gerados ao meio ambiente. A partir do momento em que esses danos passaram a ser percebidos pela sociedade, houve um despertar que se desdobrou em novos princípios e, por conseguinte, em novos requisitos legais e em uma estrutura executiva e judiciária que lhes respaldassem. Fica evidente, então, que o fortalecimento da legislação ambiental brasileira atribuiu eficácia à recuperação de áreas degradadas, reduzindo a formação de passivos ambientais provenientes da mineração de carvão no Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13030**: Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9653**: Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. Rio de Janeiro, 2005.

BARBOSA, Juliano Peres; SOARES, Paulo Sérgio Moreira. **Projeto conceitual para recuperação ambiental da bacia carbonífera sul catarinense**. Volume I. 2001. 76 p. Disponível em: <<http://cetem.gov.br/publicacao/cacri/Volumel.pdf>>. Acessado em 23/06/2014.

BEZERRA, José Fernando Rodrigues. Reabilitação de áreas degradadas por erosão em São Luís/MA. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p 31-65.

BORGES, Ana Luiza (Coordenadora). **Mineração e meio ambiente**. Brasília: IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração, 1992.

BRASIL. 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, DF: **Planalto**, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acessado em: 15/06/2014.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Senado**, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 23/06/2014.

BRASIL. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Brasília, DF: **Planalto**, 1967. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm>. Acessado em: 27/06/2014.

BRASIL. Justiça Federal. Ação civil pública do carvão. **Sentença**. Santa Catarina. Disponível em: <<https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/admin/imagens/noticias/file/acp%2000-25439.pdf>>. Acessado em: 13/06/2014.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, DF: **Planalto**, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em 23/06/2014.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Brasília, DF: **Planalto**, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em 23/06/2014.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Brasília, DF: **Planalto**, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm>. Acesso em 23/06/2014.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, DF: **Planalto**, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 23/06/2014.

BRASIL. Lei nº. 7.805 de 18 de julho de 1989. Brasília, DF: **Planalto**, 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7805.htm>. Acessado em: 13/06/2014.

BRASIL. Operador Nacional do Sistema (ONS). Plano da operação energética 2012/2016 - PEN 2012 - volume I. **Relatório executivo**. Rio de Janeiro, 2012. 141 p.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 23/03/2014.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 23/03/2014.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 21/03/2014.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 4, de 04 de maio de 1994. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0494.html>>. Acesso em: 26/03/2014.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acessado em: 27/06/2014.

BUGIN, Alexandre. Sócio Diretor. ABG Engenharia e Meio Ambiente. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

CAMPOS, Mari Lucia; DE ALMEIDA, Jaime Antônio; da SILVEIRA, Cristian Berto; GATIBONI, Luciano Colpo; ALBUQUERQUE, Jackson Adriano; MAFRA, Álvaro Luiz; MIQUELLUTI, David José; FILHO, Osmar Klauberg; SANTOS, Julio Cesar Pires. Impactos no solo provocados pela mineração e depósito de rejeitos de carvão mineral. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.9, n.2, 2010.

CAROLA, Carlos Renato. **Dos subterrâneos da história**: as trabalhadoras das minas de carvão de Santa Catarina 1937 – 1964. Florianópolis: UFSC, 2002.

CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Roadmap tecnológico para produção, uso limpo e eficiente do carvão mineral nacional**:

2012 a 2035. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2012. Brasília: [s.n.], 2012. Disponível em: <www.cgee.org.br/atividades/redirect/7877>. Acesso em: 23/06/2014.

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS (CRVR). Central de Resíduos do Recreio. Endereço eletrônico. Disponível em: <<http://www.crvr.com.br/UnidadeMinasLeao.html>>. Acessado em: 27/06/2014.

COPELMI. **DA-GE-008 Plano de Monitoramento Ambiental**: rev. 11. Butiá, RS.

COPELMI. IT-026-Recuperação de áreas. Versão última consultada em 26/06/2014. **Documento do Sistema de Gestão Ambiental**. Butiá, RS.

COPELMI. IT-GE-060 Monitoramento de Área Recuperada. Versão última consultada em 26/06/2014. **Documento do Sistema de Gestão Ambiental**. Butiá, RS.

COPELMI. **Laudos de monitoramento de qualidade da água enviados a FEPAM**: 2010 a 2014. Butiá, RS.

COPELMI. **Ofício DS-POA 054/2013**: referente ao Inquérito Civil Público nº 1.29.000.00881/2003. Destinatário: Procuradoria da República no RS. Porto Alegre: 26/08/2013.

COPELMI. PO-GE-014 Recuperação de Áreas Degradadas. Versão última consultada em 26/06/2014. **Documento do Sistema de Gestão Ambiental**. Butiá, RS.

COPELMI. **Relatórios ambientais periódicos enviados a FEPAM**: 2005 a 2014. Butiá, RS.

COPELMI. **Relatórios de monitoramento de solos enviados a FEPAM**: 2005 a 2012. Butiá, RS.

DA LUZ, Adão Benvindo; LINS, Fernando Antonio Freitas. Introdução ao tratamento de minérios. In: Adão Benvindo da Luz, João Alves Sampaio e Silvia Cristina Alves França. **Tratamento de Minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 3-20.

DA SILVA, Mário Dukas; DE CARVALHO, José Adolpho Júnior; BUGIN, Alexandre; RODRIGUEZ, Fábio A. M. Recuperação de áreas degradadas. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro**: Tecnologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 93-106.

DA SILVA, Renato Dantas Rocha. **Interações de íons sulfato com sais de alumínio em soluções ácidas**: estudos básicos e aplicações ambientais. 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

DE AGUIAR, Laís Alencar; ARAUJO, Gustavo Henrique de Sousa; DE ALMEIDA, Josimar Ribeiro; SOARES, Paulo Sergio Moreira; POSSA, Mario Valente. Análise e avaliação de risco ambiental como instrumentos de gestão em instalações de mineração. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia

Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 213-235.

DE CARVALHO, Délton Winter. **Dano ambiental futuro: a responsabilização civil pelo risco ambiental**. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Mineração**. Disponível em: <<http://www.dnpm-pe.gov.br/Geologia/Mineracao.php>>. Acessado em: 19/06/2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Norma Regulamentadora de mineração 20: Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras**. 2001. Disponível em <http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/nrm_20.htm>. Acessado em 19/06/2014.

DOS SANTOS, Roberto Márcio. **Análise propositiva da divergência entre o volume físico e o volume contábil de pilha de produto mineral**. 2010. 98 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Beneficiamento Mineral). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

DUARTE, Rose Mary Reis; BUENO, Mário Sérgio Galvão. Fundamentos ecológicos aplicados à RAD para matas ciliares do interior paulista. In: BARBOSA, Luiz Mauro. **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p. 30-41.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes; COELHO, José Mário. **Relatório Preparado para o CGEE: PNUD – Contrato 2002/001604**. 2002. 39 p.

FEPAM. **Licença de Operação n° 01357/2005-DL**. Disponível em <<http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento/Area1/default.asp>>. Acessado em 26/06/2014.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 8 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

GRIGORIEFF, Alexandre. Diretor Adjunto de Operações. COPELMI Mineração Ltda. **Entrevista concedida a Cristiano Corrêa Weber**. Butiá, 25/06/2014.

GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. Critérios para recuperação ou reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão - Revisão 6. Ação Civil Pública nº 93.8000533-4. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=220#>. Acessado em: 24/06/2014.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Renewable energy outlook. In: _____ **World Energy Outlook 2013**. Paris: IEA PUBLICATIONS, 2013.

KLOVAN, Felipe Figueiró. **Sob o fardo do ouro negro: as experiências de exploração e resistência dos mineiros de carvão do Rio Grande do Sul na primeira metade da década de 1930**. 2009. 79 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em História) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

KOPPE, Jair Carlos; COSTA, João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS,

Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro**: Tecnologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 25-35.

LOPES, Márcio Mauro Dias. **O gerenciamento ambiental como instrumento preventivo de defesa do meio ambiente**. 2008. 201 f. Dissertação (Mestrado em Direito das Relações Sociais) – Pontifícia universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 16 ed. São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 2008.

MARETTI, Elidiana Pereira. **Subsistência de solo deflagrada por intervenções antrópicas**: estudo de caso em área situada na porção nordeste da cidade universitária, Butantã, São Paulo - S.P. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2008.

MILARÉ, Édís. **Direito do Ambiente**. Doutrina – prática – jurisprudência – glossário. 2 ed. São Paulo: RT, 2001.

MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. 5 ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007.

MINTER/IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96p.

MONTEIRO FILHO, Carlos Edison do Rêgo. Artigo 944 do Código Civil: o problema da mitigação do Princípio da Reparação Integral. In: **REVISTA DE DIREITO**, v. 63. Procuradoria Geral do Estado. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/pge/exibeConteudo?article-id=263388>>. Acessado em: 11/06/2014.

MUSEU DO CARVÃO. **Blog**. Disponível em: <http://museucarvao.blogspot.com.br/p/historico-da-mineracao.html>. Acessado em: 09/06/2014.

MUSEU DO CARVÃO. **Carta do Eng. Chefe da mina de Butiá para Agenor Poeta**. Acervo histórico. 07/05/1950.

NAÇÕES UNIDAS. **42/187 - Report of the World Commission on Environment and Development**. Relatório. Disponível em <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>. Acessado em 10/06/2014.

NUNES, Paulo Henrique Faria. **Meio Ambiente & Mineração**: desenvolvimento sustentável. 1 ed. Curitiba: Editora Juruá, 2011.

OLIVEIRA, Antônio Inagê de Assis. **Introdução à legislação ambiental brasileira e licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração da Conferência da ONU no Ambiente Humano**. Estocolmo, 1972. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/estocolmo.doc> Acessado em: 10/06/2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 1992. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>. Acessado em: 13/06/2014.

PEREIRA, Marcio Giannini. **Políticas públicas de eletrificação rural na superação da pobreza energética brasileira**: estudo de caso da bacia do rio Acre – Amazônia. 2011. 320 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

RAVAZZOLIA, Cláudia. A problemática ambiental do carvão em Santa Catarina: sua evolução até os termos de ajustamento de conduta vigente entre os anos de 2005 e 2010. **Geografia em Questão**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 179-201, 2013.

RIO GRANDE DO SUL. Resolução CONSEMA n° 128/2006. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. Disponível em: http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=61>. Acessado em: 27/06/2014.

RUBIO, Jorge; OLIVEIRA, Cristiane; SILVA, Renato. Aspectos ambientais nos setores mineiro e metalúrgico. In: Adão Benvindo da Luz, João Alves Sampaio e Sílvia Cristina Alves França. **Tratamento de Minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 753-796.

SAMPAIO, João Alves; DA LUZ, Adão Benvindo; DE ANDRADE, Mônica Calixto; FRANÇA, Sílvia Cristina A. Água no processamento mineral. In: Adão Benvindo da Luz, João Alves Sampaio e Sílvia Cristina Alves França. **Tratamento de Minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 795-828.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Guia para o planejamento do fechamento de mina**. 1 ed. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013.

SCHNEIDER, Carlos Henrique. Evolução na gestão ambiental na indústria carbonífera em Santa Catarina: um caso de sucesso. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro**: Tecnologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 39-56.

SCHNEIDER, Ivo André Homrich. **Controle de DAM na área do Capão da Roça**: COPELMI. Relatório. 2006.

SECCATORE, Tatiane MARIN; DE TOMI, Giorgio. **Aplicabilidade do método de lavra “longwall top coal caving” nas jazidas de carvão na região sul do Brasil**. Rede Carvão. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em < http://www.ufrgs.br/rede-carvao/Sess%C3%B5es_A1_A2_A3/A3_ARTIGO_02.pdf>. Acessado em 20/06/2014.

SILVA, C. E. **Nas profundezas da terra**: um estudo sobre a região carbonífera do Rio Grande do Sul (1883 – 1945). 2007. 391 fl. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SILVA, José Afonso. **Direito ambiental constitucional**. 5 ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

SIMCH, Carlos Alfredo. **Monografia do município de São Jerônimo**. Porto Alegre: Andradas, 1943.

SPERANZA, Clarice Gontarski. **Cavando direitos**: as leis trabalhistas e os conflitos entre trabalhadores e patrões nas minas do Rio Grande do Sul nos anos 40 e 50. 2012. 272 fl. Tese (Doutorado em História) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade civil ambiental**: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2011.

TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.

THOMÉ, Romeu. **Manual de Direito Ambiental**. 3 ed. Salvador: Editora Juspodivm, 2013.

TONIDANDEL, Rodrigo; DE LIMA, Hernani M.; PARIZZI, Maria G.; COTA, Pietro V. Legal and environmental aspects of the closure of dams used in mining activity in the state of Minas Gerais, Brazil. In: MINE CLOSURE SOLUTIONS 2014, April 26–30, 2014, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. **Proceedings**. Ouro Preto: Infomine, 2014. 1 pen drive.

UBALDO, Mariluce de Oliveira; DE SOUZA, Vicente Paulo. Controle e mitigação dos impactos da drenagem ácida em operações de mineração. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira; DOS SANTOS, Maria Dionísia Costa; POSSA, Mario Valente. **Carvão Brasileiro**: Tecnologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 213-235.

WISNIEWSKI, Celina; MOTTA NETO, João Antônio; RADOMSKI, Maria Izabel; SESSEGOLO, Gisele Cristina. Uso do lodo de esgoto da ETE-Belém na recuperação de áreas degradadas por mineração de calcário. **Sanare**, Curitiba, v. 5, n. 5, p. 76-85, jan./jun. 1996.

WITKOWSKI, Alexsandro. A fundação do “Sindicato dos Mineiros” de Butiá. **Cadernos FAPA**, Porto Alegre, n. 2, 2º sem. 2005.