

ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR MINAS ABANDONADAS: ESTUDO DE CASO DA ENGENHO D'ÁGUA

Hélio Guilherme de Almeida Lara^{1*}; *Rafaella Oliveira Baracho*²; *Daiana Lira de Araujo*³ & *Oscar de Moraes Cordeiro Netto*⁴

Resumo – O Brasil possui importantes depósitos minerais em seu subsolo que têm sido explorados desde o século XVII. Entretanto, pode-se afirmar que grande parte do atual parque de extração mineral brasileiro foi constituída recentemente, durante as décadas de 1970 e 1980. Apesar de ser primordial para a economia nacional, a atividade de extração mineral causa uma série de impactos ao meio ambiente. Com relação aos recursos hídricos, a atividade pode acarretar o decaimento da qualidade das águas dos rios e reservatórios a jusante do empreendimento, rebaixamento do lençol freático, alteração do regime hidrológico e assoreamento dos cursos de água. Nesse sentido, o presente estudo teve como finalidade levantar alternativas metodológicas para avaliação de impactos ambientais ocasionados por uma mina de minério de ouro abandonada, desde o ano de 2012, em Minas Gerais, a Engenho d'Água. Foram considerados os métodos de matrizes de interação, sobreposição de cartas e modelos de simulação. Frente a uma análise custo-efetividade, pôde-se apontar como solução mais adequada para avaliação dos impactos a combinação de dois métodos de avaliação, matrizes de interação e superposição de cartas, uma vez que as desvantagens de um método podem ser compensadas pelas vantagens do outro.

Palavras-Chave – Análise custo-efetividade; métodos de avaliação de impactos; minas abandonadas.

METHODOLOGICAL ALTERNATIVES FOR EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY ABANDONED MINES: CASE STUDY OF ENGENHO D'ÁGUA

Abstract – Brazil has important mineral deposits in its subsoil that have been exploited since the 17th century. However, it can be said that a large part of the current Brazilian mineral park was built during the 1970s and 1980s. Although it is essential for the economy, mineral activity causes a series of impacts to the environment in general. In water resources, the activity can lead to the decay of the water quality of rivers and reservoirs downstream of the project, to lower the water table, to alter the hydrological regime and to siltificate the watercourses. In this sense, the present study aims to survey methodological alternatives for evaluation of environmental impacts caused by a gold mine abandoned, since 2012, in Minas Gerais, called Engenho d'Água. It were considered the methods of interaction matrices, overlay mapping and simulation models. Through a cost-effectiveness analysis, it was possible to point out as a more adequate solution to the case study the combination of two methods of evaluation, interaction matrices and overlay mapping, since the disadvantages of one method can be compensated by the advantages of the other.

Keywords – Cost-effectiveness analysis; impact assessment methods; abandoned mines.

^{1*} Mestrando do Programa de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília – PTARH/ENC/UnB, helioguilherme@hotmail.com.

² Mestranda do Programa de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília- PTARH/ENC/UnB, rafaellabaracho@gmail.com.

³ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília- PTARH/ENC/UnB, daiana_lira@hotmail.com.

⁴ Professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília – ENC/UnB, cordeiro@unb.br.

INTRODUÇÃO

Segundo Barreto (2001), a mineração no Brasil remonta à época colonial, quase dois séculos após a chegada dos portugueses em território sul-americano, no século XVII. Nesse século, houve o primeiro *boom* mineral, alavancado pela descoberta do ouro, colocando o Brasil como o primeiro grande produtor mundial. Aproximadamente um século depois, começou o processo de declínio do primeiro ciclo do ouro, pois acreditava-se que as jazidas superficiais tinham se esgotado.

O segundo ciclo mineral começou já no século XX, após a Segunda Guerra Mundial, efetivamente no final da década de 1960. As descobertas mais marcantes desse século foram: manganês, petróleo, jazidas ferríferas, carvão mineral, chumbo, entre outros (Barreto, 2001). Dessa forma, pode-se afirmar que grande parte do atual parque mineral é recente, construída particularmente durante as décadas de 1970 e 1980.

O Brasil possui em seu subsolo importantes depósitos minerais, dos quais muitos são expressivos quando relacionadas mundialmente. Devido a isso, a história do Brasil tem íntima relação com a busca e o aproveitamento dos seus recursos minerais, o que contribuiu e contribui com importantes insumos para a economia nacional (Farias, 2002). É inegável que a mineração é primordial para o desenvolvimento econômico do País.

Em contrapartida, a atividade mineral vem causando uma série de impactos ao meio ambiente. De acordo com Mechi e Sanches (2010), praticamente toda atividade de mineração implica em supressão da vegetação ou impedimento de sua regeneração e, em grande parte das situações, o solo superficial, de maior fertilidade, é também removido. A partir daí, os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água. Também, é comum a atividade mineradora provocar poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte, ou por gases emitidos da queima de combustível.

Além de assoreamento, os recursos hídricos da bacia hidrográfica onde o empreendimento está localizado ficam sujeitos ao rebaixamento do lençol freático e ao decaimento da qualidade de suas águas, a jusante do empreendimento, em razão da turbidez proveniente dos sedimentos finos em suspensão, assim como da poluição causada por substâncias lixiviadas e carreadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, que também podem atingir as águas subterrâneas. Ademais, o regime hidrológico dos cursos d'água e dos aquíferos pode ser alterado quando se faz uso desses recursos (Mechi e Sanches, 2010).

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo geral apontar alternativas metodológicas para avaliação de impactos ambientais causados por uma mina de ouro abandonada. Além disso, busca-se selecionar a solução mais adequada ao caso de estudo, dentre as levantadas, por meio de uma análise custo-efetividade.

METODOLOGIA

O estudo tem como base a revisão de literatura, por meio de artigos científicos publicados nos principais periódicos e outras fontes literárias pertinentes, e pode ser dividido em quatro etapas. Na

primeira etapa, fez-se um breve arcabouço legal acerca do fechamento de minas no Brasil. Na segunda etapa, foi contextualizada a situação da mina do Engenho d'Água. A terceira etapa abrange os métodos de avaliação de impactos ambientais identificados, a saber: matrizes de interação, sobreposição de cartas e modelos de simulação. E a quarta, e última etapa, tem como finalidade a escolha da melhor alternativa para avaliação dos impactos no caso de estudo, tendo-se adotado a análise custo-efetividade para essa identificação.

ARCABOUÇO LEGAL

No Brasil, a atividade mineradora está submetida a um conjunto de normas nos três níveis de poder estatal. Em nível federal, os órgãos que têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para aproveitamento dos recursos naturais são: Ministério do Meio Ambiente (MMA); Ministério de Minas e Energia (MME); Secretaria de Minas e Metalurgia (SMM/MME); Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM); Agência Nacional de Águas (ANA); Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH); e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Essa ampla quantidade de instituições envolvidas revela, no entanto, problemas de articulação. Farias (2002) afirma que não há uma real integração intergovernamental e, também, um entrosamento com a sociedade civil para a elaboração de uma política mineral no Brasil que venha a estabelecer parâmetros e critérios para o desenvolvimento sustentável da atividade mineral, garantindo a sua permanência e continuidade dentro de normas e condições que permitam a preservação do meio ambiente.

No que se refere ao encerramento das atividades, a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938/1981, determina que os empreendimentos minerários passíveis de licenciamento ambiental devem apresentar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD (Brasil, 1981). Ainda, no âmbito federal, o DNPM, por meio da portaria DNPM nº 237/2001, instituiu, dentre outras, as Normas Reguladoras de Mineração, NRM nº 20 e 21, que são diretrizes sobre suspensão, fechamento da mina e reabilitação das áreas impactadas (Brasil, 2001).

Em nível estadual, somente o estado de Minas Gerais dispõe de regulamentação sobre o encerramento de atividades de minas. Vigente desde 2008, a Deliberação Normativa nº 127 estipula que um Plano Ambiental de Fechamento de Mina (Pafem) seja apresentado dois anos antes da data programada para encerramento, além de dar um prazo de 180 dias para que o minerador apresente um Relatório Circunstanciado sobre a paralisação da mineração (FEAM, 2016). Todavia, somente cinco empresas fizeram o Pafem desde 2008 e a própria Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) reconhece que a Normativa não tem sido cumprida, semelhantemente ao PRAD. Tanto a legislação de mineração quanto a legislação ambiental são falhas ao tratar sobre o fechamento de minas, não existindo orientações claras e detalhadas (Publica, 2016).

O Cadastro de Minas Paralisadas e Abandonadas no Estado de Minas Gerais, divulgado pela FEAM em janeiro de 2016, apresenta informações coletadas em 400 minas, entre os anos de 2014 e 2015, com uma análise da vulnerabilidade ambiental para cada empreendimento. Desse total: 169 foram confirmadas como abandonadas, 231 como paralisadas, 134 foram classificadas como paralisadas sem controle ambiental e 97 estão paralisadas com controle ambiental. É claro que o

número não corresponde à totalidade de minas nessas condições no Estado, sendo que a soma será incrementada à medida que o mapeamento avance (FEAM,2016).

O CASO DA ENGENHO D'ÁGUA

A análise de vulnerabilidade apresentada no cadastro da FEAM apontou cinco minas com risco ambiental altamente crítico. Nesses empreendimentos, os impactos ao meio ambiente e à saúde humana são muito expressivos ou seu entorno tem grande importância ambiental, o que potencializa os danos das atividades e a ocorrência de acidentes. Dentre as cinco minas de risco ambiental muito alto, encontra-se a mina Engenho d'Água.

A Engenho d'Água está localizada em Rio Acima, município de Minas Gerais que fica a 35 km de Belo Horizonte, com pouco mais de 9 mil habitantes e cuja história está ligada à rota de exploração do ouro. A mineradora responsável, Mundo Mineração Ltda., subsidiária de uma empresa australiana, chegou para explorar o minério em 2008, quando adquiriu a primeira licença de operação válida até 2012, ano no qual os donos abandonaram o empreendimento e deixaram para trás duas barragens de rejeitos, apresentadas na Figura 1, em um cenário com carros enferrujados e produtos químicos mal armazenados (Publica, 2016).



Figura 1 – Mina Engenho d'Água (Publica, 2016).

A primeira das barragens, que fica logo a montante da segunda, possui capacidade de armazenamento esgotada e está assoreada até a borda desde 2013. Além disso, essa barragem apresenta uma erosão, por onde os rejeitos são vertidos para a segunda barragem, a jusante, sobretudo no período chuvoso. A segunda barragem também é motivo de preocupação, visto o alto potencial de risco contaminante da mineração de ouro (Publica, 2016; Paglia, 2016).

O complexo de barragens encontra-se a apenas 2 km do rio das Velhas, fonte de abastecimento de água de 70% da população de Belo Horizonte e 40% da região metropolitana, somando um total de 2,2 milhões de pessoas (Paglia, 2016). Os rejeitos advindos da exploração do ouro contêm elementos tóxicos, como ácido cianídrico, arsênio, mercúrio e o cianeto de sódio – cuja ingestão de 1 miligrama por quilo é suficiente para matar uma pessoa (Publica, 2016).

A região também conta com áreas de vegetação suprimida e, conseqüentemente, solo exposto, e o método da lavra subterrânea, que é comum para esse tipo de minério, apesar de normalmente ter um menor impacto ambiental que os trabalhos em superfície, deixou uma grande cava que antes não existia no local.

ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA MINA ENGENHO D'ÁGUA

A partir da situação de abandono e das condicionantes envolvidas no caso da mina Engenho d'Água, mostra-se imprescindível a avaliação dos impactos ambientais causados pelo empreendimento, que venha a ser um estudo base para recuperação da área. Trata-se, portanto, de uma avaliação *ex-tempore*, já que os impactos são produzidos continuamente no meio físico, mesmo com o abandono da atividade. Nessa perspectiva, alguns métodos de avaliação podem ser utilizados, dentre os quais três serão detalhados a seguir. Posteriormente, os métodos elencados serão comparados por meio de uma análise custo-efetividade na busca da melhor alternativa para o caso de estudo.

Matrizes de interação

Os métodos matriciais consistem em correlações de causa e efeito entre atividades específicas do projeto e possíveis impactos. Eles representam as ações inerentes à atividade em uma dimensão e as unidades ou atributos ambientais em outra. São os métodos de avaliação de impactos ambientais mais utilizados em EIA/RIMA.

A primeira e mais difundida matriz, desenvolvida em 1971, é a Matriz de Leopold, que foi criada para avaliar, justamente, os impactos na mineração. A matriz é formada por 100 ações elementares (colunas) e 88 unidades ambientais (linhas). São buscadas, para cada impacto (quadrícula), duas informações: a primeira é a magnitude dos mesmos, avaliada em uma escala que vai de 1 (baixa magnitude) até 10 (alta magnitude); e a segunda é a importância relativa deles, descrita também em uma escala de 1 a 10 (Cremonez, 2014).

As matrizes, de forma geral, possuem algumas vantagens. A primeira delas, muito útil na apresentação de relatórios em audiências públicas, consiste no fato da matriz ser ótima para representar visualmente impactos e suas causas, indicando as magnitudes e também informando se os impactos são positivos ou negativos. A soma de valores expressos nas colunas e nas linhas informa quais são as ações mais impactantes e quais unidades ambientais são as mais afetadas. Outro ponto positivo é a capacidade que as matrizes têm de informar os impactos em diferentes etapas do projeto, como na construção, na operação e na desativação, além de poderem incorporar medidas mitigatórias. Acrescenta-se às vantagens o fato de existirem matrizes prontas para a maioria dos projetos nos dias atuais, demonstrando a possibilidade de escolher apenas as ações e unidades ambientais relativas ao projeto (IBAMA, 1995).

Uma desvantagem do método se encontra no fato de que ele não é descritivo. Outro problema é que a matriz é uma muito boa para identificar impactos diretos, mas não os indiretos, sendo que estes costumam ser os mais importantes, já que impactam na esfera socioeconômica e ecológica, enquanto aqueles atuam mais no meio físico. Dessa forma, pode-se concluir que o método é mais apropriado para avaliar impactos diretos, embora esse problema possa ser solucionado pela construção de uma matriz de impactos indiretos, colocando-se os impactos diretos como ações e avaliando-se seus efeitos nos fatores ambientais.

Superposição de Cartas

O método de superposição de cartas é baseado em métodos cartográficos, desenvolvidos no âmbito do planejamento territorial, em que se procura adaptar suas técnicas para aplicá-las na avaliação de impactos ambientais, visando à localização e à identificação da extensão dos efeitos sobre o meio, por meio do uso de fotografias aéreas sobrepostas (Finucci, 2010).

De forma simplificada, a metodologia consiste na montagem de uma série de mapas temáticos, sendo que em cada mapa indica uma característica cultural, social e física que reflete um impacto. A intensificação das cores nos mapas é entendida como áreas com impactos ambientais mais intensos. Quando integrados, os mapas produzem a síntese da situação ambiental de uma determinada área geográfica, podendo ser elaborados de acordo com os conceitos de vulnerabilidade ou potencial dos recursos ambientais – conforme a necessidade de obtenção de cartas de restrição ou de aptidão do solo (Stamm, 2003). O referido método é de grande utilidade quando se avaliam questões de dimensionamento espacial. Atualmente, com o auxílio de satélites e computação gráfica, sua aplicação tem se tornado mais simples e rápida e com alta precisão.

Modelos de simulação

Os modelos de simulação são programas computacionais que buscam reproduzir, tanto quanto possível, o comportamento de parâmetros ambientais ou as inter-relações entre as causas e os efeitos de determinadas ações (Stamm, 2003). É bastante usado em projetos de usos múltiplos e na avaliação *ex-tempore*, uma vez que permite introduzir a variável temporal para considerar a dinâmica dos sistemas. De maneira geral, as simulações são capazes de processar variáveis qualitativas e quantitativas e incorporar medidas de magnitude e importância de impactos ambientais, além de se adaptarem a diferentes processos de decisão, facilitar o envolvimento de várias variáveis de decisão e permitir fazer o prognóstico da qualidade ambiental (Rodrigues 1998, *apud* Galharte, 2007).

Por requerer profissionais técnicos e experientes, programas e equipamentos apropriados e dispendiosos, tempo elevado para as etapas da modelagem, além de dados de entrada precisos e de boa qualidade, os modelos de simulação classificam-se, muitas vezes, como de custo elevado e com dificuldade de implementação. Outra desvantagem se dá na possibilidade de representação imperfeita da realidade, induzindo ao erro o processo da tomada de decisão.

Os modelos mais utilizados e reproduzidos são aqueles que se destinam a estimar impactos de emissões gasosas e os de lançamento de efluentes no meio ambiente (Finucci, 2010). No caso da Mina Engenho d'Água, modelos de simulação poderiam ser aplicados tanto na avaliação da contaminação das águas superficiais e subterrâneas, como para avaliação da contaminação do solo pelos compostos químicos presentes no rejeito das barragens.

ESCOLHA DA ALTERNATIVA: ANÁLISE CUSTO-EFETIVIDADE

A análise custo-efetividade (ACE) é uma avaliação microeconômica que supõe uma escolha entre intervenções, assumindo a escassez de recursos. Fundamentada no estudo comparativo de alternativas de ação, tanto em termos de custos como de consequências, a seleção da ACE é feita por meio da razão entre as diferenças de custos e a diferença de consequências (Drummond *et al.*, 1997).

No presente contexto, a ACE tem como finalidade a escolha da solução de menor custo para avaliação dos impactos ambientais causados pela desativação da mina Engenho d'Água. Na área, há provável contaminação dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, e do solo, além dos impactos espaciais causados pela mineradora. Dessa forma, a solução escolhida deve ser capaz de identificar os impactos, mensurar sua magnitude e localizá-los no espaço.

Dentre os métodos abordados no tópico anterior, pode-se citar que as matrizes de interação apresentam facilidade e baixo custo de implementação para identificação dos impactos diretos, podendo identificar também os indiretos, no entanto, não consideram os impactos no espaço. O método de superposição de cartas, por outro lado, apresenta custo intermediário e é ideal para espacialização dos impactos, porém não quantifica a magnitude e não consegue integrar dados socioeconômicos e fatores ambientais.

A terceira e última metodologia, modelos de simulação, reúne as vantagens dos dois métodos anteriores e é capaz de realizar diagnósticos e prognósticos dos impactos. Em contrapartida, apresenta elevado custo, mais ainda quando se trata de um conjunto de meios que exigem modelagens específicas – águas superficiais, subterrâneas e solo, no caso da Engenho d'Água.

A partir dessas análises, pode-se dizer que os modelos de simulação são de grande importância para avaliação dos impactos da Engenho d'Água, uma vez que podem fazer previsões futuras das perturbações no meio ambiente, incluindo, inclusive, a análise do efeito de eventuais medidas reparadoras. Mas, considerando-se a necessidade de medidas imediatas em um cenário com impactos, constatáveis e prováveis, em diversos recursos naturais, pode-se considerar que a melhor solução, com base em uma análise custo-efetividade, dar-se-ia pela combinação dos métodos de matrizes de interação e de superposição de cartas, pelo menos em um primeiro momento. Esses métodos são capazes de realizar um diagnóstico da região de modo satisfatório e têm custos e prazos de execução, nesse caso de estudo, inferiores aos dos modelos de simulação. Os impactos diretos, indiretos e suas intensidades podem ser obtidos por meio de matrizes, enquanto que a espacialização pode ser alcançada com a superposição de cartas.

CONCLUSÃO

Inúmeros são os casos de empreendimentos de mineração que não tiveram o encerramento de suas atividades realizado de forma correta e, conseqüentemente, continuam a impactar o meio ambiente mesmo após a interrupção das atividades. Logo, a avaliação de cada caso, por meio de métodos de avaliação de impactos, mostra-se pertinente por permitir a determinação das medidas a serem implementadas pelos responsáveis na recuperação da área.

Apesar da abordagem ter sido feita para um caso específico, é possível que o mesmo arranjo seja aplicável a diferentes tipos de minas. É importante destacar que a escolha da melhor alternativa foi feita por meio de uma análise qualitativa, ou seja, as conseqüências e os custos de cada método não foram de fato mensurados. Possivelmente, uma análise quantitativa poderia indicar resultados diferentes.

Finalmente, a combinação de dois ou mais métodos, como sucedeu no presente estudo, é bastante utilizada na avaliação de impactos ambientais por permitir que as desvantagens de um método sejam compensadas pelas vantagens de outro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO, M.L. (2001). *Mineração e Desenvolvimento Sustentável: Desafios para o Brasil*. CETEM/MCT, Rio de Janeiro – RJ, 225p.
- BRASIL (1981). Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 20 de maio de 2017.
- BRASIL (2001). Departamento Nacional de Produção Mineral. Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001. Aprova as Normas Reguladoras de Mineração. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/>>. Acesso em: 19 de maio de 2017.
- CREMONEZ, F.E.; CREMONEZ, P.A.; FEROLDI, M.; CAMARGO, M.P.; KLAJN, F.F.; FEIDEN, A. (2014). Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. *Revista Monografias Ambientais – REMOA*, 13(5), 3821-3830.
- DRUMMOND, M.F.; O'BRIAN, B.; STODDART, G.L.; TORRANCE, G.W. (1997). *Methods for the economic evaluation of health care programmes*, second edition. *American Journal of Preventive Medicine*, 14(3).
- FARIAS, C.E.G. (2002). *Mineração e Meio Ambiente no Brasil*. PNUD, Brasília – DF, 40p.
- MECHI, A. e SANCHES, D.L. (2010). Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. *Estudos Avançados*, 24(68), 209-220.
- FEAM (2016). Fundação Estadual de Meio Ambiente. *Cadastro de Minas Paralisadas e Abandonadas no Estado de Minas Gerais*. FEAM, Belo Horizonte – MG, 38p.
- FINUCCI, M. (2010). *Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Saúde Pública Universidade de São Paulo, São Paulo, 230p.
- GALHARTE, C.A. (2007). *Avaliação de impactos ambientais da integração lavoura-pecuária: estudo de caso da inovação tecnológica da EMBRAPA*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 121p.
- IBAMA (1995). Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. *Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos e Ferramentas*. IBAMA, Brasília – DF, 124p.
- PAGLIA, E. (2016). “Desastre de Mariana chama atenção para mais de 300 minas abandonadas”. Disponível em: <<http://g1.globo.com/hora1/noticia/2016/11/desastre-de-mariana-chama-atencao-para-mais-de-300-minas-abandonadas.html>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.
- PUBLICA (2016). Agência de Reportagem e Jornalismo Investigativo. “Minas abandonadas ameaçam comunidade e ambiente”. Disponível em: <<http://apublica.org/2016/03/minas-abandonadas-ameacam-comunidades-e-ambiente/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.
- STAMM, H.R. (2003). *Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 284p.