

PLANO DE FECHAMENTO DE MINA: ALTERNATIVAS PARA REUTILIZAÇÃO DA ÁREA IMPACTADA

Leandro Pinheiro Dias¹

Emanuel Martins Simões Coelho²

Rebeca Ferreira Gonzaga Silva³

RESUMO

O Brasil possui grande importância no cenário mundial de mineração, com produção diversificada e minas distribuídas por todo o país, no qual os processos de prospecção, pesquisa, exploração e beneficiamento apresentam alto potencial de riscos e impactos ao meio ambiente e à geração de passivos ambientais. A desativação de empreendimentos minerários e a posterior reutilização de suas áreas representam um desafio para o setor da mineração e requer um efetivo planejamento para o fechamento de mina. Desta forma, é primordial o correto descomissionamento das estruturas, reabilitação das áreas degradadas e atendimento legal, para mitigar os impactos do período pós-fechamento, através de soluções inovadoras, com a recuperação sustentável das áreas diretamente impactadas pelo empreendimento, eliminando os passivos ambientais e, sobretudo visando agregar valor aos novos empreendimentos pós-fechamento, tanto para o empreendedor, quanto à comunidade, governo e demais partes envolvidas.

Palavras-chaves: Plano de Fechamento de Mina, mineração, pós-fechamento de mina, desenvolvimento sustentável.

¹ Centro Universitário UNA. E-MAIL: leandropinheirodias@gmail.com

²⁻³ Coordenação de curso de Engenharia Ambiental e Sanitária

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande diversidade de terrenos e formações geológicas em seus mais de 8,5 milhões de Km², conferindo-lhe uma grande diversidade de minérios. Os recursos minerais no país são expressivos e abrangem a prospecção, pesquisa, exploração, beneficiamento e produção de mais de 50 substâncias minerárias, dentre minerais metálicos, não metálicos, energéticos, gemas e diamantes, cujas atividades apresentam alto potencial de riscos e impactos ao meio ambiente e à geração de passivos ambientais. [1]

A produção mineral do Brasil tem como origem mais de 3.300 minas distribuídas pelo país, sendo os modos de lavra: a céu aberto, subterrâneo e misto. [2]

Após o ciclo de vida útil das jazidas é necessário executar o Plano de Fechamento de Mina, para descomissionamento das atividades, reabilitação das áreas degradadas e atendimento legal. A desativação de empreendimentos minerários e a posterior reutilização de suas áreas e ativos representam um desafio para o setor da mineração. A não reabilitação de áreas degradadas pela mineração ou a aplicação de técnicas inadequadas na execução dos planos de descomissionamento de mina, podem dar origem a passivos ambientais. [3]

No Brasil, o fechamento de mina foi considerado a partir do advento da Lei nº 6.938/1981, da Constituição Federal de 1988, quando ganharam importância o Estudo e Relatório de Impacto Ambiental. Entretanto, o fechamento de mina foi levado em conta de forma explícita apenas a partir de 2001, com a publicação da NRM 20, da Portaria nº 237 - DNPM. A legislação do setor mineral é vinculada a dois ministérios: Minas e Energia e Meio Ambiente. [3]

A quantidade de minas em operação distribuídas pelo país é grande e a necessidade de se realizar um Plano de Fechamento de Mina efetivo é primordial. Sobretudo considerando a falta de fiscalização para as pequenas empresas, que muito contribuem para a geração de passivos ambientais. Isso porque esta etapa é, muitas das vezes, onerosa em relação ao capital investido no empreendimento, resultando em menor capacidade de mobilização de recursos e competências para o trato das questões de natureza ambiental e social.

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo a investigação de alternativas e soluções inovadoras e sustentáveis para a recuperação e uso das áreas diretamente

impactadas pelo empreendimento. Visando alternativas em que o passivo ambiental potencial, seja revertido, após o descomissionamento da mineradora, em ativo de valor agregado, cumprindo os aspectos de reabilitação das áreas degradadas, atendimento legal e proporcionando uso futuro socioeconômico da área.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A. O Brasil enquanto um país minerário.

Ao longo da última década o setor da indústria mineral brasileira registrou crescimento vigoroso, graças a fatores nas mudanças socioeconômicas e de infraestrutura que o país tem vivenciado, ainda embora a atividade mineral tenha sofrido redução em suas expectativas em razão das crises internacionais de 2008 e 2012. Esse crescimento é impulsionado pelo processo de urbanização em países emergentes com expressivas áreas territoriais, alta densidade demográfica e Alto PIB (Produto Interno Bruto), como os BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China), os quais, coincidentemente, são de grande importância para a mineração mundial. [4]

O Brasil possui em seus mais de 8,5 milhões de Km², uma grande diversidade de terrenos e formações geológicas, conferindo-lhe heterogeneidade na exploração de minérios, sendo importante *player* na indústria mineral mundial, como o primeiro produtor de nióbio, segundo em manganês, tantalita e minério de ferro, terceiro em bauxita e rochas ornamentais, além de destacar na produção de outros minerais. [1] [4]

Em 2009, o Brasil possuía 3.370 (três mil, trezentas e setenta) minas em operação (consideradas as minas cuja produção foi superior a 10.000 t/ano), no qual serão detalhados nos gráficos abaixo: [2]

Gráfico 1: Distribuição das minas por região geográfica do país

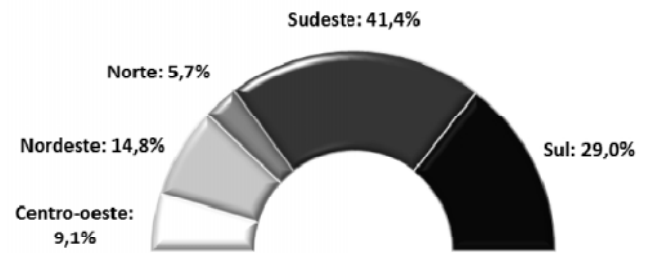


Gráfico 2: Método de lavra e exploração



Gráfico 3: Porte das minas produção bruta anual (ROM)- 2009

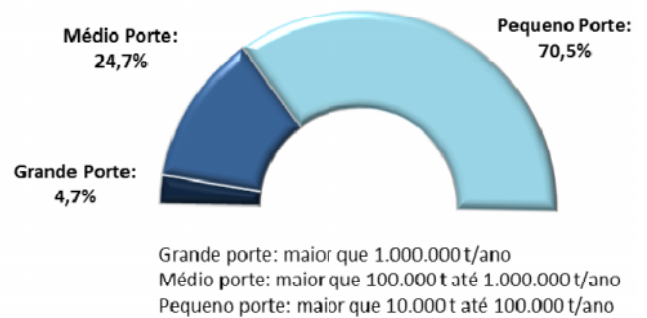
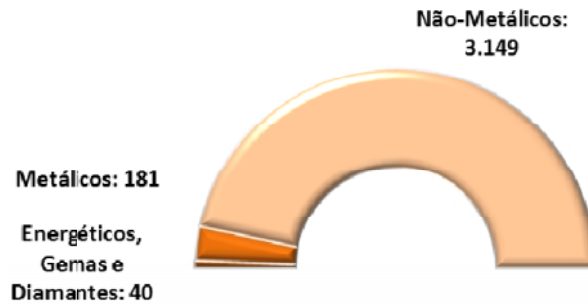


Gráfico 4: Característica dos minerais



A partir da referência bibliográfica, e análise aos gráficos, pode-se concluir que as regiões Sudeste e Sul possuem cerca de 70% das minas em atividade, sendo as regiões com os principais investimentos no setor. Todavia, nas últimas décadas, investimentos significativos foram direcionados para as demais regiões do país, contribuindo para o desenvolvimento e crescimento de regiões remotas. O processo de exploração mineral no Brasil é basicamente através de mina a céu aberto, considerando as características geométrica e genética dos depósitos (minerais oxidados), mas também por questões de tecnologia, custos, e risco à segurança, saúde e higiene ocupacional dos trabalhadores.

No entanto depósitos de carvão, cobre, ouro e sulfetos poli metálicos são, normalmente, lavrados por técnicas subterrâneas. Considerando o porte das minas, conforme a produção bruta de ROM (*run-of-mine*), menos de 5% das minas são caracterizadas como de grande porte, sendo estas, principalmente, o maior foco de fiscalização pelos órgãos executivos e ambientais. Todavia deve ser dada atenção especial aos mais de 70% de empreendimentos de pequeno porte, sobretudo para que não ocorra o abandono das minas após o encerramento das atividades, uma vez que as ações para o fechamento de mina apresentam custos elevados, que impactam principalmente os pequenos empreendedores. Mais de 93% das minas são de extração de substâncias não metálicas, das quais as principais substâncias são: areia, argila, calcário, caulim, saibro, rochas para revestimento, rochas britadas e cascalhos. Tais substâncias correspondem a mais de 90% das não metálicas e são na maioria dos casos, destinados para agregados da construção civil. Para as substâncias metálicas, destaca-se a produção de alumínio, cromo, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel, ouro e titânio. Outras minas, em baixa proporção, são de diamantes e gemas (em geral obtidas em garimpos), ou ainda minerais energéticos, como carvão mineral e turfa.

B. A mineração e seus impactos.

Os componentes de uma atividade minerária podem variar em virtude do bem mineral explotado, mas, geralmente, uma mina é composta por barragens de rejeito e captação de água, diques de contenção de sedimentos, pilhas de estéril, cavas a céu aberto e/ou aberturas subterrâneas, estradas de acesso e circulação, sistema de drenagem, usinas de beneficiamento, maquinários utilizados para extração e beneficiamento do mineral, edificações de áreas de apoio como escritório, almoxarifado, dentre outros. [3]

Empreendimentos minerários geram impactos positivos e negativos. Todavia a mineração tem sido vista como um dos grandes vilões do meio ambiente. A imagem de que a lavra destrói o ambiente, promovendo desmatamento, alterações topográficas, impacto visual, erosão e poluição dos rios, ar e solo, foi transmitida nas últimas décadas e influenciou a opinião pública a esse respeito. Por consequência, os órgãos ambientais passaram a fazer uma fiscalização rigorosa das empresas de mineração, situação bastante diferente, por exemplo, do comportamento dos mesmos órgãos frente a poluidores tradicionais, como o setor agrícola e prefeituras municipais. [5]

Diversos impactos negativos podem ser elencados, dentre eles a degradação ambiental à fauna e flora, contaminação de efluentes e solos por metais, sulfatos, óleos e graxas, aumento da erosão, aumento dos sólidos totais e turbidez da água, assoreamento de rios, aumento da acidez da água da mina, dentre outros. No entanto, para mitigar estes impactos, o setor mineral desenvolveu, adaptou e aplicou novas tecnologias que proporcionam ganhos ambientais, onde se pode citar: a consolidação de métodos de disposição segura de rejeitos em bacias formadas por barragens, disposição de rejeitos em pilhas ou em bacias de retenção formadas por diques, sem barramento de drenagens naturais, monitoramento ambiental e implantação de estações de tratamento de água e efluentes oleosos, técnicas de estabilização de encostas e taludes e monitoramento através de escaner laser, e importante destaque para a valorização de certos rejeitos ou o seu reaproveitamento. [5]

Além disso, a gestão ambiental nas empresas brasileiras avançou, em parte devido a razões externas, como as demandas de mercado, principalmente para as empresas mais ativas na exportação. A eventual demanda de clientes por certificações e a necessidade de fazer provisões contábeis para recuperação de áreas degradadas e fechamento de minas, é imposta por instituições financeiras e pela regulamentação do mercado de ações norte-americano, são as duas mais visíveis manifestações das forças de mercado. [5]

Além dos impactos negativos, é importante citar impactos positivos, como investimentos em infraestrutura e criação de novos núcleos urbanos, malha rodoviária e/ou ferroviária, adoção de medidas compensatórias, geração de empregos diretos e indiretos, aumento da arrecadação tributária dos municípios através da Compensação Financeira para Exploração dos Recursos Minerais - CFEM, que resultam em melhorias na educação, saúde, saneamento e demais áreas de gestão pública, dentre outros. A mão de obra empregada na mineração em 2011 alcançou 175 mil trabalhadores. Estudos feitos pela Secretaria Nacional de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia, mostram que o efeito multiplicador de empregos é de 1:13 no setor mineral, ou seja, para cada posto de trabalho na mineração são criadas 13 outras vagas ao longo da cadeia produtiva. [4] [6]

Diversos municípios têm forte dependência econômica e tributária da atividade mineira. Nesta situação, o fechamento de uma mina representa desemprego, redução da atividade econômica e queda substancial da arrecadação de impostos. O fechamento de uma mina deve ser planejado para reduzir o passivo ambiental, os impactos ambientais remanescentes e também contemplar os impactos sociais do fechamento. [5] As empresas devem contribuir para a formação do capital social nas comunidades em que atuam engajando-se em programas de cooperação, em parceria com associações comunitárias, órgãos governamentais e prefeituras. Uma comunidade organizada e com alto nível de capital social tem maiores condições de desenvolver projetos economicamente viáveis e sustentáveis para o período posterior ao fechamento da mina. [5]

C. Arcabouço legal.

O Código de Mineração – CM, Decreto-lei n.º 227, de 28/02/1967 regula o aproveitamento dos recursos minerais no Brasil, que consideram jazidas as reservas que tenham valor econômico, e serão aproveitadas por meio de autorização de pesquisa mineral e concessão de lavra outorgadas pela União Federal, através do Ministério de Minas e Energia e o Departamento Nacional de Produção Mineral. [7]

Em nível federal, a Lei nº 6.938 de 1981, instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, e pode ser considerado o marco regulatório na proteção e defesa do meio ambiente no Brasil, seguido pela Constituição Federal - CF de 1988. através do art. 225. O licenciamento ambiental instituído por essa lei é baseado no Estudo de Impacto Ambiental R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 371-394, abr./set. 2016.

- EIA, e é um dos instrumentos que se bem conduzidos constitui numa ferramenta jurídica imprescindível para a proteção dos recursos ambientais. [8]

O art. 19 da Lei n.º 7.805/89 responsabiliza o minerador legalmente autorizado, pela reparação dos danos causados ao meio ambiente, sem distinguir a sua natureza. Portanto, a não recuperação do dano ambiental causado pela atividade de mineração pode acarretar sanções de natureza penal e administrativa, sem desonerar o minerador da obrigação de recuperar o meio ambiente degradado pela atividade (responsabilidade civil). [3]

O DNPM aprovou a Portaria n.º 237, de 18.10.2001, alterada pela Portaria n.º 12, de 22.01.2002, com base no art. 97 do Decreto Lei 227/67, instituindo as Normas Reguladoras de Mineração - NRM's, contendo a NRM n.º 20 disciplinando os procedimentos administrativos e operacionais em caso de fechamento de mina (cessação definitiva das operações mineiras); suspensão (cessação temporária) e retomada de operações mineiras. O seu cumprimento é obrigatório para o exercício de atividades minerárias, cabendo ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM a fiscalização de suas aplicações. O Plano de Fechamento de Mina deverá estar contemplado no Plano de Aproveitamento Econômico da jazida - PAE, que poderá ser atualizado periodicamente, e deverá estar disponível na mina para fiscalização. [9] [10]

Segundo a NRM n.º 20, o empreendedor deverá comunicar a cessação das operações ao DNPM, para que este autorize, devendo aquele apresentar o requerimento justificativo, devidamente acompanhado de instrumentos comprobatórios, nos quais constem: [11]

- relatório dos trabalhos efetuados;
- caracterização das reservas remanescentes;
- plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infraestrutura do empreendimento, e a destinação aos mesmos;
- atualização dos levantamentos topográficos da mina;
- planta da mina na qual conste as áreas lavradas recuperadas, áreas impactadas, recuperadas e por recuperar, áreas de disposição do solo orgânico, estéril, minérios e rejeitos, sistemas de disposição, vias de acesso e outras obras civis;
- programa de acompanhamento e monitoramento relativo a:
 - sistemas de disposição e de contenção;
 - taludes em geral;
 - comportamento do lençol freático e

- drenagem das águas;
- plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos, com caracterização de parâmetros controladores;
- plano de controle de lançamento de efluentes com caracterização de parâmetros controladores;
- medidas para impedir o acesso à mina de pessoas estranhas e interdição dos acessos às áreas perigosas;
- definição dos impactos ambientais nas áreas de influência do empreendimento levando em consideração os meios físico, biótico e antrópico;
- aptidão e intenção de uso futuro da área;
- conformação topográfica e paisagística, considerando aspectos sobre estabilidade, controle de erosões e drenagens;
- relatório das condições de saúde ocupacional dos trabalhadores durante a vida útil do empreendimento e
- cronograma físico e financeiro das atividades propostas.

Além da NRM mencionada, tem-se a NRM nº 21, cujo objetivo é a reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas. A Associação Brasileira de Normas Técnicas, através do anexo A da NBR 13.030, oferece subsídios técnicos, quanto a elaboração e apresentação de projetos de reabilitação de recuperação de áreas degradadas pela mineração, de conteúdo similar, ao da NRM nº 21, porém um pouco mais abrangente. [12] [13]

Em alguns países, o governo recolhe um fundo de reserva para executar as ações de recuperação e de fechamento de mina ao término do ciclo útil do empreendimento, na Espanha se adota um modelo de hipoteca ambiental (mensal), como uma poupança. No Brasil, os próprios empreendedores são os responsáveis por estas ações, ao passo que está estagnada a discussão sobre o uso de instrumentos financeiros para garantir a disponibilidade de recursos para o fechamento – tais como cauções, fianças, fundos e outros mecanismos.

É importante também, que os empreendedores tenham ciência da necessidade de provisão financeira para o fim da exploração, pois muitas áreas estudadas demonstram inviabilidade técnica ou econômica, que geram, todavia, passivos decorrentes ao processo de prospecção e pesquisa.

Está em trâmite no Senado o Projeto de Lei 5807/13 para o novo marco regulatório da mineração, no qual não possui aporte para uma mineração sustentável, tampouco consta em seu texto, abordagem específica para o fechamento de mina no sentido amplo e de objetivo sustentável dessa etapa, senão a recuperação da área degradada. É perceptível que o projeto é de ênfase política e econômica, porém sem privilegiar os aspectos sociais e ambientais. [14]

D. O Plano de Fechamento de Mina.

A experiência com a desativação e o fechamento planejado de minas no Brasil ainda é pequena. Todavia houve avanços importantes em recuperação de áreas degradadas, para vários minérios e métodos de lavra a céu aberto, inclusive no restabelecimento de comunidades vegetais nativas. À medida que avançamos no século XXI, há uma crescente conscientização sobre a necessidade de fomentar a sustentabilidade das configurações ecológicas e sociais em que as minerações são desenvolvidas. Posto isto, durante e após as atividades de exploração, torna-se necessário fazer mais do que um simples Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, manutenção de áreas verdes, descomissionamento de estruturas ou conformações topográficas. As medidas de fechamento não devem ser confundidas somente com ações de recuperação de áreas degradadas.

É necessário pensar no uso futuro das áreas impactadas e áreas de influência de modo sustentável, incluindo nesse processo a consulta e participação das partes interessadas. O adequado planejamento para o fechamento pode proteger acionistas, governos, fornecedores, comunidades locais e as gerações futuras dos impactos socioeconômicos do fechamento, assim como reduzir o passivo ambiental, recuperar ambientes degradados e resultar em um balanço positivo para a região onde se insere cada mina. [5]

O Plano de Fechamento de Mina deve contemplar todos os aspectos, desde a recuperação das áreas degradadas até a sua integração à economia regional. As implicações econômicas devem ser consideradas nos custos de operação das minas, e os procedimentos de recuperação devem ser desenvolvidos desde a etapa inicial de implantação das operações. [3]

Para o adequado planejamento do fechamento de mina são privilegiados quatro objetivos principais: [15]

1. Proteger a saúde e segurança pública;
2. Mitigar ou eliminar os danos ambientais;
3. Uso produtivo da terra, retorno à sua condição original ou em condição alternativa aceitável e;
4. Propiciar benefícios sociais e econômicos à comunidade.

Para se definir o uso futuro da área, é importante considerar os impactos e condições que podem afetar o objetivo do Plano de Fechamento de Mina. Sendo os principais: [15]

- Estabilidade física: edifícios, estruturas, encostas, aberturas subterrâneas, etc.
- Estabilidade geoquímica: minerais, metais ou outros contaminantes.
- Uso da terra: a mina fechada deve ser reabilitada para condições de background anterior à mineração, ou compatíveis com as terras ao redor. Ou ainda ter um uso produtivo.
- Desenvolvimento sustentável: benefício social e econômico, devem ser mantidos quando da transferência de custódia.

A avaliação destes impactos devem abordar os componentes do local e região, desde a fase de planejamento, devem ser adotadas medidas e recursos para tratar dos impactos, a fim de minimizar os riscos e passivos. A avaliação do Plano de Fechamento de Mina, pelos órgãos governamentais e participação da comunidade desde a fase de início do projeto, irá minimizar os riscos associados às incertezas no atendimento aos requisitos para o fechamento e reabilitação das áreas impactadas, evitando a rejeição ou objeção pelas partes, quando no futuro houver a execução do fechamento, e evitará custos com ações dispensáveis ao fechamento. [15]

O suporte para o planejamento de mina carece de literatura nacional, neste sentido, o IBRAM elaborou um Guia, onde são oferecidas diretrizes aos profissionais da mineração, de modo a facilitar a inserção das questões atinentes ao fechamento, desde o planejamento de uma nova mina até sua fase de operação, assim como para planejar o fechamento de minas já em funcionamento. O mesmo não é uma Lei ou Norma, trata-se de um guia com metodologias e estudos que nortearão os empreendedores para o a questão do fechamento da Mina.

Um fechamento de sucesso depende da definição, da revisão e da validação contínuas e, finalmente, da conquista dos objetivos de fechamento, alinhados com os requisitos da empresa e dos interessados diretos, para que a comunidade perceba benefícios que continuarão a existir mesmo sem novas contribuições da empresa. [16]

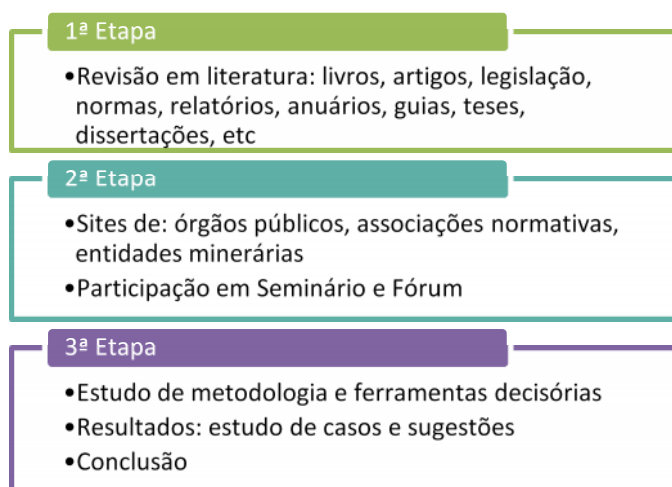
E. Ferramentas para auxílio na definição de uso da área impactada.

1. Análise de riscos: A análise de riscos é uma ferramenta com múltiplas aplicações e pode ser usada com diversos enfoques. No planejamento de uma nova mina e na desativação de uma mina existente, a análise de riscos possibilita a identificação de perigos e de situações críticas que possam acarretar acidentes ou perdas para a empresa, para a comunidade e para o ambiente. Acidentes com barragens de rejeitos têm chamado a atenção da mídia e representam não só uma das mais sérias ameaças à segurança pública e à integridade dos ecossistemas como também significam o risco de sérios danos à imagem do conjunto das empresas de mineração. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente incluiu a mineração no rol de atividades para as quais são recomendadas ações, inclusive no período posterior ao fechamento das minas. [5]

2. Ferramentas de apoio à tomada de decisão AHP e MACBETH: estas ferramentas fornecem subsídios para o processo de tomada de decisão, frente a um problema, através de um procedimento, compreensivo e racional, para representar e quantificar seus elementos, para relacionar estes elementos com as metas globais, atribuindo pesos ou números de forma a contribuir para avaliar as alternativas de soluções e inclinação. O processo de decisão é caracterizado pela novidade, complexidade e dinamismo, isto é, ele pode ser alterado a qualquer momento. Para o fechamento de mina, essas ferramentas de múltiplos-critérios podem ser utilizadas comparando as características e parâmetros do empreendimento e da região para melhor definição da sua vocação para o uso futuro. Essas informações podem ser, por exemplo, o porte da mina, a empregabilidade da população local, a contribuição da CFEM em relação ao PIB municipal (grau de dependência), a taxa de crescimento populacional, o IDH, a infraestrutura urbana, a caracterização ambiental, a Legislação, dentre outros. [17]

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada de pesquisa e desenvolvimento deste Artigo Técnico de Conclusão de Curso seguiu as etapas conforme o fluxograma abaixo:



Inicialmente foi realizada a pesquisa e segregação de conteúdos necessários em livros, artigos, legislações, normas, relatórios, anuários, guias, teses, dissertações, etc. A partir desses conteúdos, foram feitas a revisão bibliográfica dos tópicos fundamentais correlacionados ao Fechamento de Mina e utilização das áreas impactadas.

Para aprofundar no assunto, houve a participação em um Seminário fomentado pela Vale, no dia 03/10/2013, com o tema “2º Seminário sobre Fechamento de Mina” e em um Fórum promovido pela ONG Zeladoria do Planeta, no dia 22/10/2013, com o tema “Mineração Sustentável”.

Houve ainda o estudo de ferramentas para subsidiar a definição do uso futuro da área impactada pelo empreendimento, através de metodologias que contribuem para identificar suas aptidões considerando os aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos e a vocação locacional.

Na última etapa, foi realizado o estudo de casos de áreas que foram mineradas e já recuperadas, com resultados positivos para a utilização sustentável da área impactada, considerando casos no Brasil e outros países. Uma dificuldade de realização deste estudo de casos se deve ao fato de que, antes da publicação da NRM 20 em 2001, estabelecendo a obrigatoriedade de apresentação do Pano de Fechamento de Mina como item do Plano de Aproveitamento Econômico do empreendimento, as empresas do setor mineral não tinham a obrigatoriedade de elaborar e apresentar planos de fechamento de mina amparados por legislação específica.

Esses planos de fechamento de mina eram concebidos de forma conceitual nos Estudos de Impacto Ambiental - EIA apresentados nas etapas de licenciamento do empreendimento, em sua grande maioria eram direcionados pelo PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada, sem dar a devida importância para a questão no uso futuro sustentável e socioeconômico da área impactada. Observa-se que os estudos de casos indicados nos resultados, apesar de inovadores e efetivos, normalmente não foram resultados de um processo planejado de fechamento de mina.

4 RESULTADOS

A seguir são apresentados exemplos práticos de uso da área impactada após o fechamento de mina, que tiveram êxito e, nos inspiram pela sua inovação e sustentabilidade. São citados também, projetos ainda a ser implantados:

1. Conservação, pesquisa e turismo: Projeto Éden – Inglaterra: localizado em Bodelva em Cornwall, onde anteriormente abrigava uma pedreira quase esgotada de caulim. O Projeto Éden tem o propósito da ecologia da restauração, demonstrando o que pode ser feito para recuperar um buraco aberto no solo que se assemelhava à superfície lunar no início do projeto. As grandes atrações do Projeto Éden são os dois biomas internos e o bioma ao ar livre, restauração e remanescente paisagístico do poço de argila, além de programas de pesquisa, educação e conservação, sendo uma das atrações mais populares do país. Outra finalidade do projeto foi impulsionar a enfraquecida economia de Cornwall e criar postos de trabalho em uma área com elevado nível de desemprego. [18]



Figura 1: Projeto Éden / Inglaterra. Autor desconhecido.

2. Lazer / Recreativo / Esportivo: Aspen / EUA - O relevo tornou-se atrativo turístico, de lazer e recreação, Aspen está entre as 25 melhores estações de esqui do mundo, fica a

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 371-394, abr./set. 2016. 384

2.400 m acima do nível do mar, nas Montanhas do Colorado. Antes dos primeiros garimpeiros da mineração chegarem, em 1879, a área havia sido habitada por índios *Ute* por mais de 800 anos. Em 1891 Aspen se tornou o maior distrito de prata dos EUA, com sua produção representando o sexto do total mundial. Em 1893, começa uma trajetória descendente, no qual os anos seguintes foram conhecidos como “Os anos tranquilos”, com o declínio da produção e emigração da população para outros lugares. O povoado de Aspen ficou famoso novamente quando o centro de esqui, Aspen Mountain, foi inaugurado em 1947 com o *ski-lift* mais comprido do mundo. Desde 1949 Aspen transformou-se em centro recreativo, cultural e intelectual. [19]



Figura 2: Aspen - Colorado / EUA. Autor desconhecido.

3. Cultura: Opera de Arame - Curitiba / Brasil: a Ópera de Arame é um dos pontos de turismo cultural mais visitado da cidade de Curitiba. Palco de grandes nomes do cenário artístico nacional e internacional, além de espetáculos cênicos e musicais, formaturas, encontros, congressos, simpósios, debates, apresentações de dança, circo, programas de auditório e muitos outros eventos. O espaço cultural, estruturado em tubos de aço e vidro, ocupa uma área de quatro mil metros quadrados e tem capacidade para 1572 pessoas. Exemplar significativo da arquitetura moderna de Curitiba, a Ópera foi construída em apenas 75 dias e foi inaugurada em março de 1992, na cratera de uma pedra desativada, a Pedreira Gava, existente ao lado da Pedreira Municipal. A Ópera está integrada à paisagem por meio dos blocos de fundação apoiados diretamente na rocha, circundada por lago e cascata d'água. [20]



Figura 3: Ópera do Arame – Curitiba / Brasil. Autor desconhecido.

4. Turismo / Valorização histórico-cultural – Essen / Alemanha: Complexo Industrial da Mina de Carvão de Zollverein é um antigo parque industrial na cidade Essen, na Alemanha. A mina de carvão foi fundada em 1847, sua vida extrativa vai de 1851 até 1986, a Fábrica de Coque Zollverein, foi fechada em 1993, estiveram entre as maiores de sua classe na Europa. Após a recuperação veio a preservação através do uso alternativo, como museus, parques e diversos outros atrativos. Os edifícios e instalações foram oficialmente listados como monumentos históricos desde 2000, que foi seguido em 2001 por sua inscrição como Patrimônio Mundial pela UNESCO. [21]



Figura 4: Complexo Zollverein - Essen / Alemanha. Autor desconhecido.

5. Valorização histórico-cultural - Nord-Pas de Calais / França: foram três séculos de exploração de carvão em mais de 100.000 km de galerias, 4.000 hectares de paisagem, 600 poços, 17 valas, 21 cavaletes de extração, 51 depósitos de minérios, diversas infra-estruturas de transporte, 3 estações ferroviárias, alojamentos para operários, bem como escritórios de mineradoras. Onde foi extraído mais de dois bilhões de toneladas de carvão em até 1.000 metros de profundidade. As pilhas de escória vistas de longe, chegam a parecer com o aspecto das pirâmides egípcias. As minas de Nord-Pas de Calais é 38° bem francês a integrar o patrimônio mundial da UNESCO, uma homenagem a um mundo desaparecido. Trata-se do primeiro local desse tipo a ser inscrito na lista da instituição, ilustrando um período importante da história da Europa industrializada, uma história humana e de uma cultura regional singular, que passou por um complexo processo de reconversão depois de três séculos de exploração de carvão. [22]



Figura 5: Nord-Pas de Calais / França.

Autor : Franck Dunouau

6. Museu - Segunda Unidade do Louvre em Lens / França: uma filial do museu do Louvre foi construída sobre as minas de carvão abandonadas na cidade de Lens, ao norte da França e inaugurada em 2012. Com a expectativa de contribuir para revitalizar a área, castigada pela crise econômica, após o fim da mineração. "Vamos substituir as imagens geralmente negativas sobre a mineração", afirmou Guy Delcourt, prefeito de Lens. O objetivo é que o Louvre-Lens atraia 500.000 visitantes por ano, número expressivo frente ao total de habitantes da cidade, de 35.000, onde o índice de desemprego é superior a 16%. [23]



Figura 6: Louve, cidade de Lens / França. Autor desconhecido.

7. Utilidade Pública: Mina do Recreio / Aterro Sanitário de Minas do Leão / RS: a Central de Resíduos do Recreio (CRR) opera no município de Minas do Leão (RS), a 80 km de Porto Alegre. O projeto é resultado de um planejamento que aproveitou a condição favorável gerada pela mineração do carvão a céu aberto - Mina do Recreio, e da hidrogeologia adequada para a implantação segura de um aterro sanitário. Projetada para uma capacidade total de 23 milhões de toneladas, com prazo de operação estimado em 23 anos, a Central está instalada em uma área de 500 hectares, dos quais 73 são reservados para receber resíduos. Fazem parte do processo operacional uma área reservada para o

aterro sanitário e uma estação de tratamento para efluentes líquidos, composta por filtros biológicos, lagoa aerada e lagoas facultativas. [24]



Figura 7: Central de Resíduos do Recreio – Minas do Leão / Brasil.

Autor desconhecido.

8. Utilidade Pública - Abastecimento de água na região metropolitana de Belo Horizonte: após o fechamento de uma mina atualmente em operação, existe a previsão de utilização do reservatório de água para fins de abastecimento público. Com a recuperação e balanceamento do nível freático, se formará um lago na cava, e dali será captada a água para tratamento e distribuição. [25]



Figura 8: Reservatório de intenção de abastecimento público – Minas Gerais / Brasil. Vale, 2013.

9. Turismo / Hotel Fazenda: considerando a vocação econômica dos municípios envolvidos e as aptidões naturais das áreas, mineradora pretende contribuir para no desenvolvimento do turismo após o fechamento de minas, através da revitalização de trecho da Estrada Real em Minas Gerais, do fortalecimento de empreendimentos, como restaurantes e pousadas, aliados aos atrativos existentes, por exemplo, o Parque do Itacolomy e o Parque Serra do Caraça, além da criação de novos museus. [25]

10. Parques Industriais Ecológicos (PIE): atrelado a PNMA, Lei 6.938/1981, no qual um dos instrumentos de planejamento e gestão ambiental é o zoneamento ambiental, pode-se realizar a criação de parques industriais ecológicos, concentrando-se na interconexão dos processos de produção convergindo ao conceito de zero emissões, efluentes e resíduos e, compartilhando características comuns: como a área de localização, instalações de recuperação de recursos e reciclagem próximos, reutilização e compartilhamento de energia residual, subprodutos compartilhados como insumos em seus processos, produção mais limpa, dentre outras, privilegiando o a sustentabilidade e contribuindo para a redução dos custos de produção. A figura 9 exemplifica este ciclo em um PIE do Grupo Guitang, na China. [26]

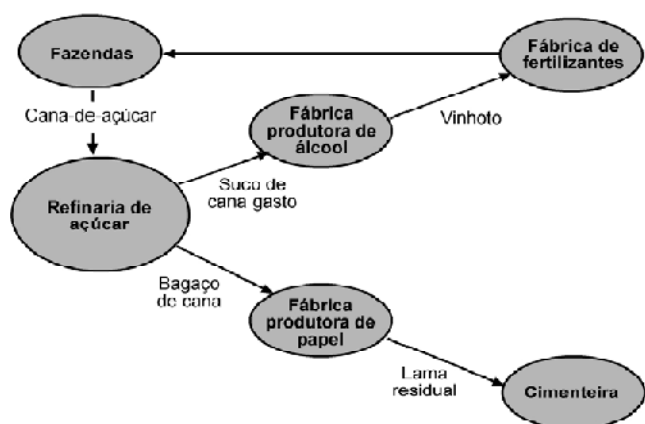


Figura 9: principais unidades de produção do PIE

Fonte: Grupo Guitang, China.

11. Turístico / Recreativo: Mina da Passagem: Localizada em Mariana / MG, a Mina da Passagem a 120 metros de profundidade é uma das maiores do mundo abertas à visitação, atraindo cerca de 300 turistas por dia. Uma antiga mina subterrânea de ouro, explorada de 1719 a 1996. É visitada por gente de toda parte, a descida é em um trole, o mesmo carrinho sobre trilhos usado pelos mineiros há mais de 200. A aventura no interior da mina dura cerca de meia hora e é cheia de curiosidades narradas pelos guias, que explicam o processo de extração, transporte e beneficiamento do ouro. Também lembram “causos” passados de geração a geração. Outra atração é o lago formado pelo lençol freático e por pequenas infiltrações que vêm do solo, as galerias mais profundas foram inundadas e atualmente podem ser visitadas apenas com uma equipe de mergulho. A Mina virou atração turística, sua usina de beneficiamento foi transformada em museu. Além disso, em seu interior já foi realizado competições esportivas de mountain bike. [27]



Figura 10: Mina da Passagem – Mariana / MG - Brasil.

Autor desconhecido.

12. Setor Comercial / Imobiliário - Mina de Águas Claras – Nova Lima / MG: explorada por quase 30 anos, a mina foi desativada em 2002. A mineradora Vale, proprietária do local, é também a empreendedora do projeto imobiliário. Dos 2.066 hectares do terreno, 194 hectares (9% da área) serão utilizados para a formação do bairro. O restante é área verde que não sofreu intervenção durante o período de mineração, e permanecerá assim. A expectativa é de se criar futuramente até 20 mil empregos. Representando mais uma oportunidade de atuar com responsabilidade social e ambiental, além de ampliar seu nicho de negócios, para além do extrativismo, ou mesmo resultar em importante redução dos custos da etapa de fechamento. [28]



Figura 12: Representação do Projeto Águas Claras –

Fonte: MBR, 2007.

13. Geoparques, exemplo: geoparque Quadrilátero Ferrífero / MG: esse segmento relacionado à geologia ambiental vem sendo desenvolvido em vários países da Europa, América do Norte. Um geoparque, criado com a assistência da UNESCO, tem objetivos ligados à conservação e à Educação. Ele preserva um patrimônio geológico expressivo para futuras gerações, desenvolve ações para ensinar ao grande público temas relativos a

paisagens geológicas e matérias ambientais e também pode prover meios de pesquisas para as geociências. Um geoparque colabora na busca pelo desenvolvimento sustentável, já que, ao utilizar um bem natural para fins econômicos através do turismo, gera emprego e renda. Um exemplo é o Geopark do Quadrilátero Ferrífero, um circuito de sítios de conhecimento geológico e mineral com enorme potencial para o entendimento da evolução da Terra e que agrega atividades educativas, ambientais, turísticas e culturais. O Quadrilátero Ferrífero localiza-se na porção centro-sudeste do Estado de Minas Gerais ocupando uma área aproximada de 7.000 km². Esta região recebeu este nome devido aos depósitos de minério de ferro que ocorrem numa área que tem como vértices as cidades de Itabira, a nordeste, Mariana, a sudeste, Congonhas, a sudoeste e Itaúna, a noroeste. Até agora, o Brasil tem somente um geoparque integrado na Rede Global de Geoparques da UNESCO, o Geoparque Araripe (2006), o primeiro das Américas e, até o momento, o único geoparque latino-americano. O objetivo é que o Geopark do Quadrilátero Ferrífero tenha valor reconhecido e possa ser incluído na relação da UNESCO. [29]

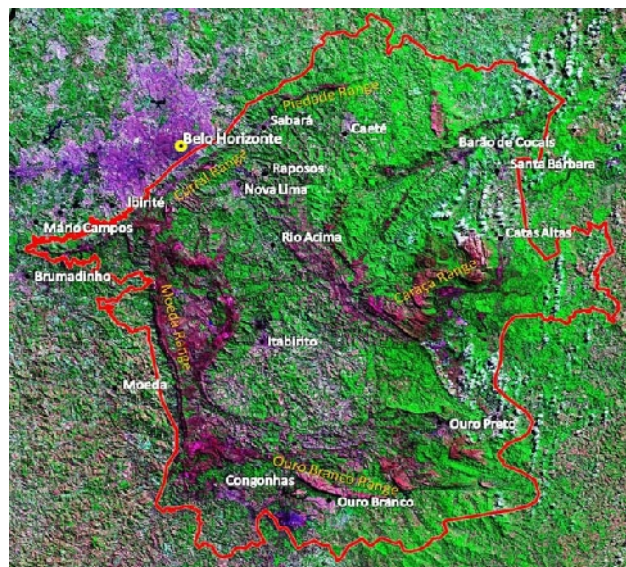


Figura 11: Geopark Quadrilátero Ferrífero.

Autor: Rodrigo Tinoco, 2010.

4 CONCLUSÃO

A não reabilitação de áreas degradadas pela mineração ou a aplicação de técnicas inadequadas na execução dos planos de fechamento de mina, podem dar origem a

passivos ambientais, que por sua vez podem acarretar acidentes ambientais, podendo provocar danos ao meio ambiente e riscos à saúde humana.

As exigências técnicas e legais previstas para execução de planos de fechamento de mina estão começando a ser discutidas no Brasil. O resgate do passado e a apropriação da história local pelas antigas e atuais comunidades podem contribuir para o desenvolvimento local, através de projetos de conservação, restauro e uso turístico e educativo de antigas minas, instalações de tratamento de minerais e demais elementos do patrimônio mineiro, a exemplo do que ocorre em muitas regiões mineiras de diversos países. Registrando e resgatando a mineração como atividade humana, elemento cultural e de papel importante na história de um grande contingente de pessoas e na melhoria da qualidade de vida de famílias.

O sucesso do fechamento depende do seu planejamento antecipado, o que representa uma mudança de cultura das empresas de mineração.

Não há regras para os procedimentos a serem adotados - cada mina tem suas particularidades. Porém o uso sustentável de áreas cuja viabilidade econômica da exploração chegou ao fim consolida-se como uma alternativa para diminuir os impactos sociais e fomentar futuros empreendimentos que promovam a geração de empregos e renda. Esse impacto, que até algumas décadas atrás era considerado apenas um ônus e tirava parte do lucro, pode-se agora tornar um bônus.

É necessário ser criativo e inovador na busca de soluções de alternativas pós-fechamento, não se limitando à recuperação de áreas degradadas, devendo considerar a vocação natural da localidade e diversificação das oportunidades de negócios e de geração de emprego.

PLAN FOR MINE CLOSURE: ALTERNATIVES FOR REUSE OF THE IMPACTED AREA

ABSTRACT

Brazil has a great importance on the mining scenario of the world with a diverse production and mines distributed nationwide, in which the processes of prospecting, exploration, exploitation and processing have a high potential of risks and impacts on the environment and on the generation of environmental liabilities. The closure of mining sites and the

subsequent reuse of their areas represent a challenge for the mining industry and requires effective planning. Thus, the correct decommissioning of structures, the rehabilitation of degraded areas and the availability of legal assistance is of uttermost importance so that the impacts of the post-closure period can be mitigated through innovative solutions for a sustainable recovery of areas directly impacted by the project. Such solutions must seek to eliminate environmental liabilities and mainly aim to add value to new post-closure developments, not only for the entrepreneurs, but also for the community, the government and other stakeholders.

Key Words: Mine decommissioning plan, Mining, Post-mine closure, Sustainable development.

REFERÊNCIAS

1. PINHEIRO, J. C. Fretas – *A importância econômica da mineração no Brasil*, DNPM - apresentação RENAI – agosto/2011.
2. Anuário Mineral Brasileiro – Departamento Nacional de Produção Mineral – Brasília 2010.
3. TONIDANDEL, R. de Paula – *Aspectos legais e ambientais do fechamento de Mina no Estado de Minas Gerais* – Dissertação de Mestrado UFMG – Belo Horizonte/MG: 23/02/2011.
4. Informações e análises da Economia Mineral Brasileira - 7ª edição - Dezembro/2012. Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM
5. FERNANDES, F. R. C., LUZ; A. B., MATOS, G. M. M. Matos; CASTILHOS, Z. C. - *Tendências Tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral* - CETEM/MCT - Rio de Janeiro/RJ: 2007 - 380 p.: il..
6. VIEIRA, C. – *Fechamento de Mina: A evolução das cidades mineradoras*. Techoje: Revista Eletrônica, artigo 957 – 2010.
7. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 - Código de Mineração
8. Lei nº 6.938, d 31 de agosto de 1981- Política Nacional do Meio Ambiente
9. Portaria nº 237, de 18 de outubro de 2001 - Aprova as Normas Reguladoras de Mineração.

10. Portaria nº 12, de 22 de janeiro de 2002 - altera dispositivos do Anexo I da Portaria nº 237
11. NRM 20 – Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras
12. NRM 21 – Reabilitação de Áreas Pesquisadas, Mineradas e Impactadas.
13. NBR 13.030 - Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração.
14. Projeto de Lei 5807/13 – Novo marco regulatório da Mineração
15. E-book Mine Closure – Revista Infomine – Manual disponível em:
<http://www.infomine.com/library/publications/docs/e-book%2002%20mine%20closure.pdf>
16. Guia para Planejamento de Fechamento de Mina – IBRAM – Setembro / 2013
17. SCHMIDT, A. M. A. – *Processo de apoio à tomada de decisão - Abordagens AHP E Macbeth* – UFSC. Florianópolis - Dezembro/1995.
18. GHILLEAN, T. P. - *O Projeto Éden em Cornwall, Reino Unido*, Ciência e Cultura - vol.62 nº1 - São Paulo / 2010.
19. <http://www.aspenhistorysociety.com>, acesso em 09/11/2013 às 09:50.
20. <http://www.fundacaoculturaldecuritiba.com.br/espacos-culturais/opera-de-arame>, acesso em 09/11/2013 às 11:32.
21. <http://www.zollverein.de/#/service/english-page>, acesso em 09/11/2013 às 15:45.
22. <http://www.france.fr/pt/noticias/minas-da-regiao-nord-pas-de-calais-agora-fazem-parte-do-patrimonio-mundial-da-unesco>, acesso em 10/11/2013 às 17:12.
23. <http://veja.abril.com.br/noticia/celebridades/louvre-abre-filial-em-antiga-regiao-mineradora-do-norte-da-franca>, acesso em 10/11/2013 às 17:43.
24. <http://www.crvd.com.br/unidademinasleao.html>, acesso em 10/11/2013 às 18:29.
25. 2º Seminário sobre Fechamento de Mina, promovido pela Vale, no dia 03/10/2013, em Nova Lima / MG.
26. FRAGOMENI, A. L. M. - *Parques Industriais Ecológicos como Instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental* - COPPE/UFRJ, - Rio de Janeiro, 2005.
27. <http://vejabh.abril.com.br/edicoes/localizada-mariana-mina-passagem-maiores-mundo-abertas-visitacao-732013.shtml>, acesso em 11/10/2013 às 23:15.
28. http://www.ibram.org.br/150/15001005.asp?ttCD_CHAVE=22692, acesso em 12/10/2013 às 16:21.
29. <http://www.geoparkquadrilatero.org/?pg=noticia&id=179&L=PTBR>, acesso em 12/10/2013 às 19:04