

CAPÍTULO

13

AGREGADOS E SUSTENTABILIDADE

João Pedro Martins da Silva
Mestre em Geologia pelo IGEO-UFRJ
Biólogo do Núcleo de Licenciamento
Ambiental-NLA IBAMA-RJ

1. INTRODUÇÃO

Quando se tenta relacionar “desenvolvimento sustentável” e mineração, encontram-se enormes dificuldades. Segundo Nitsch (1996), a mineração é insustentável, já que os minerais são recursos inevitavelmente exauríveis. Um ambiente minerado nunca poderá ser restaurado: seus recursos minerais foram retirados e não podem ser recolocados no lugar, sendo assim impossível garantir que esses recursos naturais possam ser usados pelas futuras gerações.

Por outro lado, a mineração pode ser enquadrada como atividade sustentável quando ela minimiza seus impactos ambientais e garante o bem-estar socioeconômico no presente e também das futuras gerações. (ENRÍQUEZ, 2008).

Essa discussão vem acontecendo desde que o termo “desenvolvimento sustentável” foi utilizado pela primeira vez em 1980 no documento “World’s Conservation Strategy” da International Union for the Conservation of Nature (Talbot, 1980) e consolidado, em 1987, como “caminhos para o progresso humano que atendam as necessidades e aspirações da geração atual sem comprometer a habilidade das futuras gerações em atender suas próprias necessidades” pelo relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD (World Commission on Environment and Development – WCED) conhecido como Relatório Brundtland – Nosso Futuro Comum (WCED, 1987).

Este conceito evoluiu desde então com diferentes abordagens. O próprio conceito de desenvolvimento, que para as teorias ortodoxas significa crescimento econômico dependente dos investimentos produtivos realizados na economia, com foco no Produto Interno Bruto (PIB) per capita como medida e aumento da poupança como forma de crescer, aponta para a possibilidade de um crescimento econômico contínuo e estável em que fatores como Trabalho e Capital são combinados em proporções fixas para gerar certa quantidade de Produtos (Enríquez, op.cit.).

Contrapondo-se a essa escola econômica, teorias neomarxistas inserem os componentes sociais e políticos no conceito de desenvolvimento. Têm como integrantes economistas da Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL) que demonstraram que nas trocas entre produtos primários e manufaturados, as matérias-primas tendiam à queda e os produtos manufaturados à estabilidade ou mesmo à alta (PREBISCH, 1949).

Uma terceira escola econômica, a Escola Institucionalista tem em Douglas North um dos seus principais teóricos que afirma que a análise econômica convencional é limitada porque se utiliza indicadores simplificados que falham em revelar as diferenças entre países e regiões. Para esta escola, o conceito de instituição - normas implícitas e explícitas que regulam as decisões e que limitam a capacidade de escolhas é a chave para explicar o desenvolvimento econômico.

Assim, é possível atingir o desenvolvimento econômico e social estável através principalmente da reelaboração das normas que regem o comportamento e as relações entre os indivíduos e suas diversas atividades nas organizações, sejam empresas privadas, instituições públicas/privadas ou, Governo. (NORTH, 1993).

Foi Dudley Seers nos anos 60 quem alterou o foco do desenvolvimento – PIB, renda per capita etc. das escolas anteriores propondo que os indicadores para medição do desenvolvimento fossem 1) pobreza, 2) iniquidade e 3) desemprego (SEERS, 1969).

Amartya Sen apresenta, trinta anos depois, o desenvolvimento como função e com objetivo principal de reduzir as privações das pessoas, aumentar as escolhas, as liberdades humanas. As pessoas devem estar ativamente envolvidas na construção de seus próprios destinos, nunca elementos passivos de programas de desenvolvimento. Em suas palavras:

“a expansão da liberdade humana é tanto o principal fim como o principal meio do desenvolvimento.” (AMARTYA SEN, 2000).

Ele destacou cinco tipos de liberdades instrumentais que, por suas inter-relações, influenciam diretamente o desenvolvimento: 1) liberdades políticas – liberdade de determinar seus governantes, direitos civis etc.; 2) facilidades econômicas – oportunidades para dispor de recursos econômicos para consumo, produção ou troca; 3) oportunidades sociais – condições da saúde, educação etc. que influenciam as oportunidades de viver melhor; 4) garantia de transparência – sinceridade das pessoas, inibindo a corrupção, irresponsabilidade financeira e transações ilícitas; 5) segurança protetora – rede de seguridade social que impede a miséria absoluta e dá garantias aos desempregados, indigentes etc.

Junto com MahbulHaq, Amartya Sen estabeleceu uma nova metodologia para a medição do desenvolvimento, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) baseado em três dimensões básicas: riqueza, educação e esperança média de vida (PNUD, 1990). O Brasil atualmente está colocado em 75º lugar no ranking das nações, com IDH de 0,813 (referencia ano 2007).

Em 1972, Jigme Singye Wangchuck, rei de um pequeno país do leste do Himalaia chamado Butão, definiu sua política de desenvolvimento baseado na filosofia da Felicidade Nacional Bruta (Gross National Happiness, GNH). Segundo essa filosofia, a Felicidade deve ser o principal objetivo do Desenvolvimento. Reconhecendo que existem muitas dimensões para o desenvolvimento além das associadas com o PIB, a filosofia GNH estabelece que o desenvolvimento deva ser compreendido como um processo que busca a maximização da felicidade das pessoas, ao invés de somente crescimento econômico (DASKON, 2007).

A partir dos trabalhos de Prescott-Allen (2001), o bem-estar das pessoas passou a fazer parte dos indicadores de desenvolvimento. O índice do Bem-Estar Humano (Human Wellbeing Index – HWI) mede a aptidão de todos os membros

da sociedade em determinar e satisfazer suas próprias necessidades, suas opções e escolhas para expressar seus potenciais. Ele instituiu também o índice de Bem-Estar do Ecossistema (Ecosystem Wellbeing Index – EWI), que junto com o HWI, compõem o índice de Bem-estar (Wellbeing Index – WI) e formam o Barômetro da Sustentabilidade. Neste índice, o Brasil está em 92º lugar com WI = 40,5 (PRESCOTT-ALLEN, 2001).

A preocupação com o bem estar e a felicidade humana passaram a integrar os índices de avaliação do desenvolvimento que para ser sustentável deve estar assentado em cinco pilares: social, ambiental, territorial, econômico e político (SACHS, 2004).

Para que o padrão atual de consumo de recursos exauríveis não force as gerações futuras a reduzir o seu padrão de vida, ou seja, o mesmo padrão de consumo atual, a situação se complica face à limitação dos recursos naturais, que coloca a questão como o conflito de dois polos em oposição:

Por um lado, o paradigma do “estoque fixo”, em que os recursos naturais, que demandam tempos geológicos para serem formados, não conseguem resistir ao uso desenfreado destes recursos para atender às crescentes demandas de consumo: 76.6% dos recursos naturais são consumidos por somente 19% da população mundial (WORLD BANK, 2008). Para Altvater (1995), é impossível universalizar o consumo segundo o padrão desenvolvido pela sociedade capitalista, pois se baseia em elevada utilização de energia e de material. Essa impossibilidade, segundo esse autor, tem as seguintes razões: 1) qualquer estratégia de desenvolvimento, portanto de industrialização, traz consequências para o meio ambiente a nível global, em todas as regiões do mundo; 2) os recursos naturais se esgotam; 3) a capacidade de suporte da Terra já está se no seu limite.

Por outro lado, o paradigma dos “custos da oportunidade” estabelece que a exaustão dos recursos minerais dependa também dos preços, dos custos de exploração e da tecnologia. Se as reservas de um determinado mineral caem a tal ponto de tornar antieconômica sua extração, certamente ele será substituído por outro nas aplicações industriais ou seu preço vai aumentar por causa de sua escassez, viabilizando novamente sua exploração ou ainda a tecnologia vai avançar rapidamente e assim viabilizar sua extração de onde antes era impraticável. A adoção desse paradigma desconsidera que o uso de recursos naturais e ambientais de forma irrestrita pode resultar em irreversibilidades ecossistêmicas, pois está focado nas questões econômicas e tecnológicas (TILTON, 2009).

Pearce propôs, em 1989, a distinção entre diferentes tipos de sustentabilidade:

- Sustentabilidade fraca, que admite a possibilidade da substituição dos capitais naturais (recursos naturais) e manufaturados (referente a toda produção científica, tecnológica e econômica). O objetivo principal é o bem-estar socioeconômico, a manutenção ou crescimento do potencial de bem-estar (MÄLER, 1991);
- Sustentabilidade forte, relacionada à preservação dos recursos naturais, considera que a atividade econômica é diretamente dependente da disponibilidade dos recursos naturais: se estes diminuïrem, a economia também declinará. Isto implica em taxas nulas de crescimento econômico e demográfico, o crescimento zero, preconizado por (DALY 1996);
- Sustentabilidade sensata ou prudente, que busca o equilíbrio entre as diferentes dimensões do desenvolvimento. O esgotamento de uma jazida mineral (capital natural) só se justifica se a receita obtida for convertida em outras formas de capital (humano, social ou produzido pelo homem). O capital natural e o capital manufaturado são considerados substituïveis entre si até certos limites, quando então se tornam complementares (SERAGELDIN, 1995).

Pearce e a Escola de Londres reforçam essa qualificação introduzindo o conceito do Capital Natural Crítico: a parte em que a substituição por outro tipo de capital comprometeria de forma irreversível o recurso natural (FAUCHEUX & NOËL, 1995).

Desta forma, o conceito de desenvolvimento sustentável, quando aplicado a atividades de extração de recursos não renováveis, só se enquadra nas categorias da sustentabilidade fraca ou sensata, sob o paradigma do custo de oportunidade e ainda respeitando a limitação do Capital Natural Crítico.

O entendimento do conceito de desenvolvimento sustentável pelo mundo dos negócios foi enfatizado com a criação do Conselho Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD), em 1995, que reconheceu a responsabilidade dos negócios em crescer e ao mesmo tempo agir de maneira aceitável pela sociedade: a balança entre os requisitos econômicos e as responsabilidades ambientais e sociais das empresas deve estar equilibrada.

Em vista do exposto, as companhias mineradoras precisam criar um ambiente harmônico nas comunidades onde operam. Assim, a inclusão de itens sociais na equação do desenvolvimento foi consequência da aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável aos negócios. Segundo (HOUNSOME & ASHTON, 2001), na mineração isto significa:

- Compreender que as comunidades que vivem no entorno das minas fazem parte do processo de mineração;
- Estar ciente que recursos minerais e sumidouros ambientais são finitos e buscar a ecoeficiência na utilização dos recursos e disposição dos rejeitos é uma necessidade;
- Garantir que as operações da mineração sejam conduzidas para alcançar benefícios para a sociedade e que esforços sejam concentrados para assegurar que esses benefícios sejam mantidos mesmo após o encerramento das atividades mineiras.

A mineração de agregados para a construção civil – brita e areia, por estar praticamente inserida em malha urbana, convive em permanente conflito com as comunidades vizinhas, sendo necessária total dedicação à gestão dos impactos socioambientais de suas atividades para minimizar esses problemas.

2. CONCEITOS AMBIENTAIS NA MINERAÇÃO DE BRITA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os aspectos e impactos ambientais presentes nas etapas de exploração e beneficiamento da brita (MELLO & CALAES, 2006) são:

Etapa 1 – Abertura de acesso ao local – para viabilizar o acesso das máquinas ao local e instalação dos equipamentos de beneficiamento, oficina, estoque e escritório da mineradora.

Nesta etapa, a emissão de particulados por causa da retirada da cobertura vegetal pode gerar incômodos à população da vizinhança, principalmente na ocorrência de ventos. A degradação da paisagem é outro impacto que gera reclamações da sociedade. A supressão da vegetação agravada por atingir ninhos e abrigos de pequenos animais é um dano à biodiversidade de recuperação somente em longo prazo. O ruído dos equipamentos pode também ser objeto de reclamações dos vizinhos, além de afugentar a fauna local.

Etapa 2 – Decapeamento – retirada de solo e sedimentos para liberar o acesso à rocha.

Profunda alteração da paisagem e degradação da biodiversidade pela remoção da vegetação e do solo, destruição de ninhos e abrigos de pequenos animais, o que pode afetar as populações de aves, pequenos mamíferos e répteis, insetos e outros artrópodes. Emissão de particulados e ruídos dos equipamentos podem incomodar os vizinhos, como no item anterior.

Etapa 3 – Perfuração-furos para colocação de explosivos.

Emissão de particulados e ruídos são os principais aspectos ambientais desta etapa.

Etapa 4 – Conferência e secagem dos furos – para verificar se estão na profundidade adequada e secos, prontos para receber os explosivos.

Nesta fase, o principal impacto é o incômodo causado pelo ruído do compressor que é utilizado para ventilar os furos retirando a água que possa ter se acumulado neles.

Etapa 5 – Colocação dos explosivos e preparação da detonação – explosivos em pasta e em pó e os detonadores são montados nos furos da bancada e preenchidos com pó de pedra da perfuração.

Geração de resíduos das embalagens dos explosivos e detonadores é o que pode impactar o meio ambiente nesta fase.

Etapa 6 – Alarme sonoro – Aviso sonoro por sirene para alertar os funcionários e vizinhança da iminente detonação para que se abriguem e fiquem em segurança.

O principal impacto desta fase é a angústia das pessoas com a detonação iminente e o risco de serem atingidas por fragmentos de rocha lançados pela explosão.

Etapa 7 – Detonação – explosão da bancada para desmonte da rocha a ser encaminhada para beneficiamento.

Os impactos desta etapa são os danos causados pelos lançamentos de fragmentos da explosão que podem atingir locais distantes, dependendo das características da bancada (veios, falhas etc.). O ruído da explosão é objeto de ansiedade da população da vizinhança. A onda de choque pode danificar os vidros das janelas da redondeza. Acontece também a emissão de particulados que, levados pelo vento, podem atingir as comunidades, inclusive as mais afastadas.

Etapa 8 – Complementação da detonação e acerto dos pés da bancada – uso de equipamento rompedor para ajustar o tamanho dos matacões resultantes do desmonte para que possam ser transportados aos trituradores. Eventualmente, há necessidade de detonação das peças maiores e de acerto do “repé”, os pés da bancada.

Nesta etapa, o principal aspecto é a geração de ruídos pelos equipamentos de rompimento. As pequenas detonações quando realizadas apresentam os mesmos riscos descritos no item anterior. Particulados são gerados em menor volume do que na etapa anterior.

Etapa 9 – Transporte da carga do desmonte – caminhões fora de estrada (off road) são os responsáveis para transportar a rocha lavrada aos britadores de mandíbulas que iniciam o beneficiamento da rocha. Pás carregadeiras alimentam esses caminhões.

Os aspectos desta etapa são basicamente a emissão de particulados pelo tráfego dos caminhões e o ruído dos mesmos, podendo causar impactos gerando reclamações dos vizinhos.

Etapa 10 – Separação do restolho – coleta de material pulverulento e fragmentos de pequenas dimensões, classificado como restolho, empregado principalmente na pavimentação das ruas internas do empreendimento.

Geração de ruído da peneira vibratória e emissão de particulados são os principais aspectos ambientais desta etapa.

Etapa 11 – Britagem primária – na maioria das pedreiras se utiliza britadores de mandíbulas para reduzir o tamanho dos matacões resultantes do desmonte, para calhaus que podem então serem levados para as britagens secundárias e terciárias.

São equipamentos muito ruidosos e geradores de poeira, principais aspectos desta etapa. Fragmentos podem cair da correia transportadora, tornando imprescindível o uso dos EPIs adequados a esses riscos em toda a área de beneficiamento.

Etapa 12 – Separação da brita corrida – separação da brita nº 0 e 1 por peneiras/grelhas vibratórias do material a ser enviado à britagem secundária.

Muita poeira é gerada nesta etapa, além do ruído dos motores e da peneira vibratória.

Etapa 13 – Britagens secundária e terciária – rebitagem para adequar as dimensões do material rochoso. Geralmente é utilizado britador cônico que necessita de permanente refrigeração com água.

Material particulado e muito ruído são as consequências desta etapa. As correias transportadoras sempre apresentam risco de lançamento de fragmentos de rocha.

Outro aspecto desta etapa são os efluentes, a água utilizada na refrigeração, que pode apresentar vestígios de óleo/graxa dos equipamentos.

Etapa 14 – Separação da brita – seleção da brita de granulometrias 0 e 1. As granulometrias 2 e 3 são produzidas sob encomenda. Normalmente são enviadas junto com o material restante à britagem terciária para redução à brita de granulometria 0 e 1.

Ruídos e emissão de material particulado são os principais aspectos desta etapa. A separação com o uso de calhas vibratórias provoca bastante ruído, só superado pela britagem primária, realizada por equipamentos com mandíbulas. A separação é complementada pelo uso de peneiras vibratórias classificatórias, gerando mais ruído.

Etapa 15 – Estocagem e carga – formação do estoque no pátio de brita, de acordo com a granulometria selecionada e carga dos caminhões de transporte para entrega nos pontos de consumo.

Nesta etapa é muito grande a emissão de particulados, tanto provocado pelo lançamento da brita pelas correias transportadoras aos locais de estoque, quanto pelo tráfego dos caminhões e da pá carregadeira.

Etapa 16 – Expedição e transporte – entrega da brita nos pontos de consumo, por caminhões próprios ou de terceiros.

Nesta etapa, os problemas são externos às áreas das mineradoras, pois os caminhões vão trafegar pelas vias públicas para chegar ao destino. No trajeto, além dos problemas causados pela falta de manutenção dos veículos, há também a possibilidade de derramamento de brita pelo caminho, se a lona da cobertura não estiver bem colocada ou se romperem um ou mais tirantes que a mantêm esticada. Esse derramamento pode danificar o pára-brisa de veículos que estejam trafegando atrás do caminhão de entrega e também causar derrapagens, principalmente de veículos de duas rodas, provocando sérios acidentes de trânsito.

Etapa 17 – Infraestrutura e manutenção de máquinas e equipamentos – construção e manutenção das instalações da empresa, realização de manutenções preventivas e corretivas nos equipamentos e máquinas utilizadas na extração e beneficiamento da brita.

Os impactos ambientais desta etapa são a poluição causada pela destinação inadequada dos resíduos da construção das instalações, dos resíduos e efluentes gerados no refeitório, banheiros e áreas de descanso e lazer dos funcionários, resíduos de vários tipos que precisam de descarte adequado e efluentes dos sanitários e banheiros que precisam ser tratados, das sobras das trocas de óleo e peças defeituosas, algumas com componentes de amianto, classificado como material perigoso, das lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias de instrumentos e veículos, também materiais perigosos que podem causar sérios problemas de contaminação ao meio ambiente se não forem descartados em lugares apropriados para tal.

Há sempre o risco de acidentes de trabalho.

3. GESTÃO DOS CONFLITOS AMBIENTAIS NA MINERAÇÃO DE BRITA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Por ser uma atividade que compete pelo uso do solo com as comunidades, os conflitos da mineração de brita são muitos e de difícil solução. Os principais são com os órgãos ambientais reguladores. A dificuldade de obtenção e manutenção das licenças ambientais é proporcional ao risco ambiental da atividade, pois as condicionantes são muito fortes na busca do menor impacto possível causado pela atividade. Atender as sugestões dos órgãos reguladores das atividades minerárias e nunca descumprir as condicionantes da licença ambiental é a forma de garantir o bom relacionamento com esses órgãos.

Outra necessidade das pedreiras quando inseridas em malha urbana, a exemplo das pedreiras da cidade do Rio de Janeiro e de sua Região Metropolitana, é buscar a Licença Social, ou seja, a aceitação por parte da comunidade, de sua existência e de suas atividades, porque geram riquezas e oferecem emprego para a população de seu entorno, promovem atividades esportivas e sociais, é membro ativo da sociedade local.

As questões ambientais decorrentes das suas atividades de extração e beneficiamento de brita estão listadas abaixo, junto às ações necessárias a sua mitigação ou eliminação definitiva do impacto ambiental:

| Aspectos Ambientais | Impactos Ambientais | Ações de Controle e Mitigação |
|--|--|--|
| Etapas 1 e 2 - Abertura do acesso ao local com retirada da cobertura vegetal; decapeamento. | | |
| Emissão de particulados e ruídos Interferência no habitat de aves e pequenos animais; Alteração da paisagem; Vazamento de óleo das máquinas Vazamento de combustível no abastecimento. | Incômodo das pessoas; Perda da biodiversidade; Comprometimento da qualidade do ar; Degradação da paisagem; Poluição do solo e das águas. | Aspersão da área; Estoque do solo para uso futuro na recomposição da área; Plantio de barreira acústica no entorno do empreendimento; Manutenção das máquinas; Cuidados especiais no abastecimento: procedimento e treinamento do funcionário. |
| Etapa 3 - Perfuração da rocha para colocação de explosivos. | | |
| Emissão de particulados e ruídos. | Incômodo das pessoas. | Uso de água durante perfuração. |
| Etapa 4 - Conferência e secagem dos furos. | | |
| Emissão de ruídos | Incômodo das pessoas; | Programas sociais. |
| Etapa 5 - Colocação de explosivos nos furos e montagem dos detonados. | | |
| Geração de resíduos das embalagens | Poluição do solo. | Recolhimento e destinação adequada dos resíduos - implantação da Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) no empreendimento. |
| Etapa 6 - Alarme sonoro | | |
| Ansiedade nas pessoas. | Crises nervosas. | Programa de comunicação com a comunidade. |

| Aspectos Ambientais | Impactos Ambientais | Ações de Controle e Mitigação |
|---|---|---|
| Etapas 7 e 8 – Detonação para desmonte da bancada; complementação e acerto do “repê”. | | |
| Lançamentos de fragmentos de rocha; Emissão de ruído e ondas de choque; Emissão de particulados; Risco de acidentes. | Danos às propriedades e às pessoas pelos fragmentos de rocha lançados; Vidros das janelas quebrados pela onda de choque; Incômodo pela poeira; Acidentes à propriedade e às pessoas. | Melhor conhecimento das características da jazida e colocação de explosivos para evitar lançamentos de fragmentos de rocha. Orientação para evitar quebra dos vidros das janelas. Uso de EPIs e treinamento em segurança no trabalho. |
| Etapas 9, 10, 11 e 12 – Transporte para beneficiamento; separação do restolho; britagem primária; separação da brita corrida. | | |
| Emissão de particulados e ruídos; | Incômodo das pessoas; | Aspersão da área; |
| Risco de acidentes. | Acidentes com pessoas. | Uso de EPIs e treinamento em segurança no trabalho. |
| Etapas 13 e 14 – Britagens e secundária e terciária; separação da brita | | |
| Emissão de particulados e ruídos; Geração de efluentes (água da refrigeração); Riscos de acidentes | Incômodo das pessoas; Poluição do solo e água pela água da refrigeração dos britadores cônicos; Acidentes de trabalho. | Aspersão da área; Separação e tratamento dos efluentes; Uso de EPIs e treinamento em segurança no trabalho. |
| Etapa 15 – Estocagem e carga | | |
| Emissão de particulados e ruídos; | Incômodo das pessoas; | Aspersão da área; |
| Etapa 16 – Expedição e transporte | | |
| Geração de resíduos; Geração de efluentes; | Poluição do solo e das águas; Acidentes de trânsito. | Gestão de resíduos sólidos Inspeção da qualidade da carga – estado dos tirantes e coberturas da lona. |
| Etapa 17 – Infraestrutura e manutenção de máquinas e equipamentos | | |
| Geração de resíduos e efluentes (lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, óleos, tintas, esgoto etc.); Risco de acidentes. | Poluição do solo e águas; Contaminação do ambiente com resíduos perigosos; Acidentes com pessoas. | Gestão de resíduos sólidos Tratamento adequado dos efluentes sanitários; Uso de EPIs e treinamento em segurança no trabalho. |

4. CONCEITOS AMBIENTAIS NA MINERAÇÃO DE AREIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os aspectos e impactos ambientais presentes nas etapas de exploração e beneficiamento de areia para construção civil em leito de rio, em várzeas – planícies de inundação de rios e em encostas de rochas alteradas segundo Silva (2010) são:

Etapa 1 – Abertura de acesso ao local – para viabilizar o acesso das máquinas ao local da lavra e instalação dos equipamentos de beneficiamento, oficina, estoque e escritório da mineradora, bomba de jateamento no caso de mineração em encostas.

Nesta etapa, a emissão de particulados por causa da retirada da cobertura vegetal pode gerar incômodos à população da vizinhança, principalmente na ocorrência de ventos. A degradação da paisagem é outro ponto que gera reclamações da sociedade. A supressão da vegetação agravada pela destruição de ninhos e abrigos de pequenos animais é um dano à biodiversidade, afetando as populações de aves, pequenos mamíferos, répteis, insetos e outros artrópodes. O ruído dos equipamentos pode também ser objeto de reclamações dos vizinhos, além de afugentar a fauna local.

No caso de lavra em leito de rio, a preparação do terreno para abrigar o Porto de Areia, compreende intervenções na margem do rio, o que provoca derramamento de material clástico nas suas águas, aumentando sua turbidez e interferindo com a ictiofauna no local e à jusante e as atividades econômicas dela dependentes, como a pesca e o turismo entre outras.

Etapa 2 - Decapeamento – retirada do material estéril sem valor econômico, solo e argila, da superfície da área com pá carregadeira para acesso ao recurso mineral. O solo é então estocado para uso futuro na recuperação da área. Esta etapa não ocorre na mineração em leito de rio.

Nesta fase, além da drástica alteração da paisagem com a supressão da vegetação, existem riscos de diminuição da biodiversidade e da possível destruição de ninhos e abrigos de pequenos animais, o que pode afetar as populações de aves, pequenos mamíferos e répteis, insetos e outros artrópodes.

Etapa 3 - Abertura da Cava – retirada das camadas superficiais de areia com retroescavadeira resultando na exposição do aquífero, com a formação da cava de extração. Esta etapa ocorre na mineração em várzeas. Na mineração em encostas, a cava é aberta para receber o material jateado, fruto do desmonte hidráulico, que é então bombeado (em alguns casos uma draga é usada) para passar pelas peneiras de seleção granulométrica e armazenado em silos ou em área de estoque apropriada.

O grande impacto desta etapa, que já foi motivo de interdição de areais em várzeas, é o rebaixamento do nível freático e o possível aumento da taxa de evaporação do aquífero, pela exposição direta da lâmina d'água após a cava ser aberta e inundada.

Por outro lado são criados e consolidados ecossistemas aquáticos, pois a colonização da área por espécimes da região ocorre devido às grandes cheias que dispersam a ictiofauna dos rios e lagos para as cavas de extração, razão pela qual as larvas dos mosquitos *aedes aegypti* não sobrevivem nestes ambientes.

Etapa 4 - Construção da infraestrutura e manutenção – construção e instalação de portaria, escritórios, vestiário, refeitório, oficinas, almoxarifado, silos de embarque, pátio de estoque e expedição, cerca, iluminação externa e atividades de manutenção das máquinas e equipamentos.

As obras de infraestrutura e manutenção acontecem de forma contínua, de acordo com a necessidade dos processos de extração e das condições dos equipamentos.

Os impactos ambientais destas atividades são a contaminação do solo e das águas pelos materiais utilizados na construção das instalações, em geral inertes, mas em alguns casos perigosos, como tintas e vernizes de proteção e acabamento e óleos e graxas dos equipamentos. Também há risco de contaminação por resíduos sólidos referentes às peças substituídas ou reparadas, resíduos plásticos, metálicos, madeira e papel e papelão, no caso das embalagens.

Outros impactos relacionados à infraestrutura têm relação com o uso das instalações pelos funcionários, para preparar e consumir refeições ou quentinhas, uso de banheiros e sanitários para higiene pessoal e necessidades fisiológicas e áreas de lazer e descanso gerando resíduos de vários tipos que precisam de descarte adequado e efluentes dos sanitários e banheiros que precisam ser tratados.

Etapa 5 – Instalação do equipamento de jateamento – preparação do local para abrigar a bomba utilizada para jateamento das encostas e suas mangueiras. Esta etapa só acontece na mineração de encostas.

Nesta fase acontecem os mesmos impactos do item anterior.

Etapa 6 – Instalação e operação da draga – montagem e instalação da balsa de extração na cava ou rio.

Além do rebaixamento do nível freático do aquífero na mineração em várzeas e em encostas, outro problema preocupante desta etapa é a contaminação das águas por derramamento de combustível durante o abastecimento das balsas.

Etapa 7 – Instalação e operação da tubulação – colocação dos tubos de condução do agregado (areia) para os silos de separação e estoque do recurso mineral, início da dragagem do agregado (areia) ou do desmonte da encosta.

Os maiores impactos ambientais são os resíduos gerados pela instalação e manutenção dos tubos, como sobra de eletrodos de soldagem, parafusos, partes metálicas e de borracha etc. O rebaixamento do nível freático é um impacto significativo que também ocorre nesta etapa.

Etapa 8 – Separação e estocagem – seleção e estoque da areia nos silos ou no pátio de estocagem.

Nesta etapa, o mais crítico é o retorno da argila à lagoa de decantação que, quando estiver cheia, terá suas características deposicionais diferentes das áreas não alteradas pela lavra, pois sua camada superficial vai apresentar sedimentos bem selecionados e de granulometria muito fina, podendo assim alterar a taxa de infiltração local das chuvas e conseqüentemente o balanço hídrico da região. Este impacto só acontece com a mineração em várzea, pois as demais conseguem bombear areia livre de argila.

Nesta etapa é grande o risco de acidentes de trabalho.

Etapa 9 – Carregamento – carga da areia nos caminhões para distribuição e venda.

Nesta etapa, o maior impacto é a poluição provocada, pelos próprios caminhões, no ar, solo e águas, quando houver problemas de manutenção dos mesmos. Existe também a possibilidade de geração de resíduos oriunda dos tirantes que se partem, enquanto as lonas são ajustadas nos caminhões. Existe ainda grande risco de acidentes, já tendo havido algumas mortes durante esta atividade.

Etapa 10 – Transporte – entrega da areia ao cliente no destino, obra onde será utilizada ou Casa de Materiais de Construção, onde será estocada para venda ao pequeno consumidor.

Nesta etapa, os problemas são externos às áreas das mineradoras, pois os caminhões vão trafegar pelas vias públicas para chegar aos destinos. Além dos impactos causados pela falta de manutenção dos veículos, há também a possibilidade de derramamento de areia pelo caminho, se a lona da cobertura não estiver bem colocada ou se romperem um ou mais tirantes que a mantêm esticada, com riscos de acidentes de trânsito.

Outro problema grave, normalmente objeto de reclamações, é a dispersão de particulados, pois as rodovias secundárias não possuem pavimentação: o tráfego dos caminhões e os ventos podem levar a poeira a grandes distâncias.

Etapa 11 – Construção dos taludes – construção de margens nas cavas com inclinação de 45°. Esta etapa não ocorre na mineração em leito de rio.

Na mineração em encostas, a cava formada para abrigar a areia e água, frutos do jateamento, normalmente é preenchida pelos rejeitos encontrados (fragmentos de rocha, pedaços de madeira etc.) e completados com outros materiais sedimentares.

Nesta fase, o maior perigo é de acidente com os veículos, que podem cair na lagoa e poluir as águas com óleo e combustível, além do risco de afogamento do motorista.

Etapa 12 – Desmonte das instalações – desinstalação dos equipamentos de lavra e beneficiamento da areia.

Nesta etapa, o maior risco de impacto ambiental consiste na dispersão pelo solo de restos dos equipamentos e das instalações, como parafusos e porcas, cacos de telhas, tijolos, resíduos plásticos e de madeira, latas, estopas etc.

Nas minerações em leito de rio, existe ainda a possibilidade de aumento da turbidez da água por causa das intervenções para retirada das margens das instalações do Porto de Areia, afetando a ictiofauna local e à jusante, com reflexos nas atividades econômicas que dela dependem.

Etapa 13 – Reflorestamento – recuperação da área minerada com recolocação do solo e plantio de vegetação para recomposição dos ecossistemas.

Os aspectos ambientais desta fase se referem a possível uso de agrotóxicos que podem contaminar as águas das lagoas, rios e aquíferos e o plantio de espécies exóticas dominadoras, que podem se instalar nos ecossistemas expulsando as espécies nativas da região.

5. GESTÃO DOS CONFLITOS AMBIENTAIS NA MINERAÇÃO DE AREIA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os principais conflitos da mineração de areia são com os órgãos ambientais reguladores. A dificuldade de obtenção e manutenção das licenças ambientais é grande, mas atender as sugestões dos órgãos reguladores das atividades minerárias e nunca descumprir as condicionantes da licença ambiental é a forma de garantir o bom relacionamento com esses órgãos.

Outra necessidade das mineradoras de areia é buscar a Licença Social, ou seja, a aceitação por parte da comunidade, de sua existência e de suas atividades, porque geram riquezas e oferecem emprego para a população, principalmente a que se encontra na sua vizinhança, promovem atividades esportivas e sociais, são membros ativos da sociedade local e possuem projetos de uso futuro da área minerada que vão melhorar, ainda mais, o bem estar da população.

As questões ambientais decorrentes das atividades de extração e beneficiamento de areia estão listadas abaixo, junto às ações necessárias à sua mitigação ou eliminação definitiva do impacto ambiental:

| Aspectos Ambientais | Impactos Ambientais | Ações de Controle e Mitigação |
|--|---|---|
| Etapas 1, 2 e 3 - Abertura do acesso ao local com retirada da cobertura vegetal; Decapeamento e Abertura da cava. | | |
| <p>Emissão de particulados e ruídos</p> <p>Interferência no habitat de aves e pequenos animais;</p> <p>Vazamento de óleo das máquinas</p> <p>Vazamento de combustível no abastecimento.</p> | <p>Incômodo das pessoas;</p> <p>Perda da biodiversidade;</p> <p>Comprometimento da qualidade do ar;</p> <p>Degradação da paisagem;</p> <p>Poluição do solo e das águas.</p> | <p>Aspersão da área;</p> <p>Estoque do solo para uso futuro na recomposição da área;</p> <p>Plantio de barreira acústica no entorno do empreendimento;</p> <p>Manutenção as máquinas;</p> <p>Cuidados especiais no abastecimento: procedimento e treinamento do funcionário.</p> |
| Etapas 4 e 5 - Construção da infraestrutura (escritórios, oficina, silos etc.), instalação do equipamento de jateamento e manutenção. | | |
| <p>Derramamento de combustível;</p> <p>Geração de resíduos de obra;</p> <p>Geração de efluentes sanitários;</p> <p>Emissão de ruídos e movimentação;</p> <p>Geração de efluentes químicos (nata de cimento, tinta, solvente, etc.)</p> | <p>Poluição e contaminação do solo e das águas;</p> <p>Proliferação de doenças;</p> <p>Poluição visual;</p> <p>Afastamento da fauna.</p> | <p>Separação, reaproveitamento e destinação adequada dos resíduos - Gestão de Resíduos Sólidos (GRS);</p> <p>Bacia de contenção para tanque de combustível;</p> <p>Cuidados especiais no abastecimento do tanque;</p> <p>Limpeza e manutenção regular da fossa e/ou banheiros químicos e tratamento adequado dos efluentes químicos</p> |
| Etapas 6 - Instalação e operação da draga. | | |
| <p>Vazamento de óleo das máquinas;</p> <p>Derramamento de óleo no abastecimento das dragas;</p> <p>Emissão de ruídos.</p> | <p>Contaminação do solo e das águas;</p> <p>Incômodo dos vizinhos.</p> | <p>Manutenção das máquinas;</p> <p>Cuidados especiais no abastecimento da draga: procedimento e treinamento do funcionário;</p> <p>Programa de comunicação com a comunidade.</p> |
| Etapas 7 - Instalação e operação da tubulação. | | |
| <p>Excesso de graxa e óleo nos parafusos; sobras de material da tubulação no solo - oxidação e resíduos;</p> <p>Vazamento de óleo das máquinas.</p> | <p>Poluição e contaminação do solo e das águas.</p> | <p>Recuperar parafusos na oficina e limpá-los antes da utilização na tubulação;</p> <p>Gestão de Resíduos sólidos - GRS;</p> <p>Manutenção das máquinas.</p> |

| Aspectos Ambientais | Impactos Ambientais | Ações de Controle e Mitigação |
|---|---|---|
| Etapas 8 – Separação e estocagem. | | |
| Risco à saúde; Derramamento de areia fina – ventos; Risco de acidente. | Doenças dermatológicas; Poluição do ar; Incômodo das pessoas; Acidente com trabalhadores | Uso de protetor solar; Confinamento dos estoques de areia fina; Uso de EPIs e treinamento na operação e em segurança. |
| Etapas 9 – Carregamento | | |
| Vazamento de óleo dos caminhões; Descarte dos elásticos das lonas dos caminhões; Risco à saúde; Risco de acidente. | Poluição e contaminação do solo e das águas; Doenças decorrentes de ambiente úmido; Acidente. | Manutenção dos caminhões (próprios); Orientação às empresas transportadoras; Uso de EPIs, treinamento na operação e em segurança. |
| Etapas 10 – Transporte | | |
| Derrame de areia nas estradas; Geração de particulados; Emissão de gases dos caminhões; Emissão de ruídos; Vazamento de óleo. | Incomodo e acidentes; Poluição do ar; Poluição do solo e águas | Uso de lonas em bom estado; Carga correta nos caminhões; Aspersão de água nas estradas; Pavimentação das vias Manutenção dos caminhões (próprios); Orientação às empresas transportadoras. |
| Etapas 11 – Construção dos taludes | | |
| Acidentes com veículos. | Contaminação do solo e das águas; | Treinamento na operação; Utilização de avisos visuais. |
| Etapas 12 – Desmonte das instalações | | |
| Geração de resíduos; Aumento da turbidez da água. | Poluição do solo e das águas; | GRS; Cuidados especiais nas operações em margens de rio. |
| Etapas 13 – Reflorestamento | | |
| Plantio de árvores não adequadas; Uso de defensivo agrícola; Uso de adubo. | Perda da biodiversidade; Contaminação do solo e das águas; Eutrofização dos corpos d'água. | Plantar somente espécies indicadas pelos órgãos ambientais ou fornecidas pela Embrapa; Eliminar o uso de defensivos; Treinamento para adubação correta. |

6. DESCOMISSIONAMENTO E USO FUTURO

O descomissionamento das pedreiras e portos de areia consiste na desinstalação dos equipamentos de lavra e beneficiamento, na limpeza da área já livre das instalações e na busca de atividades alternativas para manter o nível de emprego e renda da população, o uso futuro da área.

Além dos equipamentos instalados na área da pedreira ou porto de areia, as áreas de serviço, as estradas, pontes e outros equipamentos que tenham sido instalados para o acesso ao local, precisam ser avaliados se permanecem úteis à população ou se precisam ser removidos. É uma avaliação importante, pois a permanência desses itens podem demandar esforços de manutenção não previstos pelo poder público local e assim onerar seus orçamentos.

Com a retirada dos equipamentos e desconstrução das instalações de apoio, a área liberada necessita de cuidados especiais para sua recuperação ambiental.

Nas pedreiras, essa recuperação é impossível, pois o material retirado não pode ser repostado nem substituído por outro, o que se aplica também à mineração em encostas. A recomposição da área se traduz na segurança das encostas e prevenção da erosão, seguida de reflorestamento para regeneração da paisagem. Não é o caso da mineração em leito de rio, que tem como resultado um rio com canal mais profundo e desassoreado e em várzeas, cujas lagoas podem ser preenchidas com material inerte, por exemplo, restos e entulho de obras civis, e depois recobertas com solo e reflorestadas.

Na sua maioria, ao encerrar as atividades de lavra, as pedreiras são utilizadas para vários fins, como garagens de ônibus, condomínios, concessionária de veículos, supermercados, depósito para resíduos inertes, como os da construção civil e outros (TEIXEIRA, 2000). Algumas utilizações são emblemáticas, como o Teatro de Arame, point cultural de Curitiba, o Parque Tanguá, também na capital paranaense e a Pedreira em Campo Magro, Paraná, que foi repentinamente inundada quando uma explosão para desmonte da bancada atingiu o lençol freático liberando enorme quantidade de água, sem permitir que as máquinas e equipamentos fossem retirados. Hoje é uma importante área de lazer do município, com lago de mais de 40 m de profundidade, apropriado para o mergulho de contemplação, por ter águas muito transparentes.

As pedreiras e a mineração de areia em encostas precisam, então, buscar novas atividades para serem realizadas nas áreas mineradas, quando acontecer a exaustão do bem mineral, atividades essas que, no mínimo, mantenham o mesmo nível de emprego, renda e arrecadação para o município que a mineração proporcionava.

Isso também precisa ser verdade para a mineração em leito de rio e em várzeas, apesar da possível recuperação ambiental já comentada.

O uso futuro das áreas de mineração exaurida é de importância fundamental para estabelecer a sustentabilidade da atividade, priorizando o bem estar da população antes afetada pela mineração de modo que, ao encerrar essas atividades minerárias, a população mantenha seus índices de emprego e renda e os ecossistemas tenham um plano de recuperação de modo que no futuro, os índices de bem-estar humano (HWI) e bem-estar do ecossistema (EWB) possam estar melhores.

Planejar o fechamento de uma mina exige definir o destino das áreas mineradas, da cava final, das instalações de apoio e infraestruturas, dimensionar todo um cenário socioeconômico que se instalará na região após o encerramento da mineração. Para assegurar que as atividades futuras que serão realizadas após a exaustão dos recursos minerais trarão o bem estar das comunidades hoje envolvidas com a mineração e a melhoria do nível atual de emprego e renda da região é preciso planejar um conjunto de medidas técnicas, econômicas e sociais capazes de criar atividades econômicas sustentáveis (FLORES, 2006).

O projeto de Uso Futuro possibilitará aos mineradores uma lavra planejada no longo prazo e uma facilidade no diálogo com os órgãos reguladores.

Assim, uma equipe de pesquisadores e profissionais de diferentes formações será necessária para a elaboração de projetos de Uso Futuro que, avaliados pelas prefeituras dos municípios onde estão inseridos, pelas comunidades diretamente afetadas pela atividade de mineração e pelos órgãos reguladores deverão ser finalizados e entregues aos órgãos de fomento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTVATER, E. *O preço da riqueza: pilhagem ambiental e a nova (des) ordem mundial*. Trad. Wolfgang Leo Maar. Editora da universidade Estadual Paulista. São Paulo. 1995.
- DALY, H. E. *Crescimento sustentável? Não, obrigado*. In: Goldsmith, E. & Manders, J. (organizadores). *Economia global, economia local – a controvérsia*. Instituto Piaget. Lisboa, Portugal. 1996.
- DASKON, C. D. *Gross National Happiness: A New Paradigm*. Proceedings of Third International Conference on GNH, Nongkhai and Bangkok, Thailand. 2007.
- ENRÍQUEZ, M. A. *Mineração: Maldição ou Dádiva?* Signus Editora. São Paulo, SP. 2008.
- FAUCHEUX, S., NÖEL, J. F. *Économie des Ressources Naturelles et de l'Environnement*. Armand Colin Éditeur. Paris, França. 1995.
- FLORES, J. C. C. *Fechamento de Mina: aspectos técnicos, jurídicos e socioambientais*. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Tese de Doutorado. Campinas, SP. 2006.

- HOUNSOME, R. & P.J. Ashton. *Sustainable Development for the Mining and Minerals Sector in Southern Africa*. Draft Position Paper for the Mining, Minerals and Sustainable Development Project (MMSD southern Africa), Stellenbosch, South Africa. 2001.
- MÄLER, K. G. *National Accounts and Environmental Resources*. In: Environmental and Resource Economics. 1. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands. 1991.
- MELLO, E. F., CALAES, G. D. *A Indústria de Brita na Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. IMOS. Rio de Janeiro. 2006.
- NITSCH, M. *Social and economic implications of recent strategies for Amazonia: a critical assessment*. Revised paper, Interdisciplinary Research on the Conservation and Sustainable Use of Amazonian Rain Forest and Its Information Requirements. Brasília, DF. 1996.
- NORTH, D. C. *Desempenho económico en el transcurso de los años*. Conferencia em Estocolmo, Suécia ao receber o Prêmio Nobel de Economia de 1993. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/textos/north-nobel.htm>.
- PREBISCH, R. *O Desenvolvimento Econômico da América Latina e seus Principais Problemas*. Revista Brasileira de Economia. Vol 3, edição 3, Rio de Janeiro. 1949.
- PRESCOTT-ALLEN, R. *The Wellbeing of Nations: a country-by-country index of quality of Life and the Environment*. Island Press. Washington D. C., EUA. 2001.
- SACHS, I. *Caminhos para um Desenvolvimento Sustentável*. Garamond. Rio de Janeiro. 2002.
- SEERS, D. *The Meaning of Development*. International Development Review, vol. 11 no 4. Sussex, Reino Unido. 1969.
- SEN, A. *Desenvolvimento como Liberdade*. Editora Schwarcz. São Paulo. 2000.
- SERAGELDIN, I. *Sustainability and the wealth of nations: first steps in an ongoing journey*. Preliminary draft for discussion, Presented at the Third Annual World Bank Conference on Environmentally Sustainable Development, September. 1995.
- SILVA, J. P. M. 2010. *Auditorias como ferramenta de melhoria ambiental da mineração no Distrito Areeiro de Piranema*. PPGL, UFRJ, Dissertação de Mestrado, 120 p.
- TALBOT, L. M. *The World's Conservation Strategy*. Environmental Conservation, 7, pp 259-268. Royal Society of Arts. Londres, Reino Unido. 1980.
- TEIXEIRA, I. J. L. *Crítérios Ambientais visando o estabelecimento de Medidas Compensatórias para o Setor de Mineração de Brita no Município do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2000.
- The World Bank. *World Development Indicators (WDI)*. Washington D. C. EUA. 2008.
- TILTON, J. E. *Is Mineral Depletion a Threat to Sustainable Mining?* Paper presented at the International Conference on Sustainable Mining. Santiago de Compostela, Espanha. April 2009.
- WCED – World Commission on Environment and Development. *Brundtland Report. Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press. United Kingdom. 1987.