

MATRIZ DE INTERAÇÃO QUALITATIVA DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO SEGUIMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Estudo de caso - São Rafael/RN¹

Moab Praxedes Gomes²

RESUMO

Aplica-se o método de Matriz de Interação para o processo Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) no segmento de rochas ornamentais. Os estudos foram realizados através de trabalhos de campo na Pedreira Cavalo Bravo, localizada no município de São Rafael-RN, onde foram descritos aspectos e impactos ambientais presentes nas diversas etapas do processo de produção do segmento. Como produto dessa vistoria, apresenta-se uma Matriz de Interação Qualitativa que busca mostrar sinteticamente o cruzamento das ações empreendidas na exploração, extração de blocos e o seu beneficiamento com os fatores ambientais da área em apreço.

Palavras-chave: Matriz de Interação. Rochas Ornamentais. Avaliação de Impacto Ambiental.

QUALITATIVE INTERACTION MATRIX OF ENVIRONMENTAL ASPECTS AND IMPACTS IN THE FOLLOW-UP OF ORNAMENTAL ROCKS: CASE STUDY - SÃO RAFAEL-RN

ABSTRACT

The Interaction Matrix method was applied to the Environmental Impact Assessment - EIA process within the segment of ornamental rocks. The studies were carried out through field trips to Pedreira Cavalo Bravo in São Rafael – RN, where environmental impacts and aspects were described in the different stages of the production process of these rocks. Having this in mind, this study's Qualitative Interaction Matrix aims at showing the crossing of the actions performed in the exploitation, extraction of blocks and their benefits with the area's environmental factors.

Keywords: Interaction Matrix. Ornamental Rocks. Environmental Impact Assessment.

¹ Paper elaborado originalmente como TC do Curso de Especialização em Gestão Ambiental da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte - (FARN). Orientador: Prof. MSc. Aristides Santiago Junior.

² Discente do Curso de Especialização em Gestão Ambiental da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte – FARN. Natal/RN. E-mail: moabpx@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

O alvo a que se destina este trabalho é a descrição do fluxo de processo de um empreendimento de rochas ornamentais e a identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais.

A atividade extrativa em questão resume-se no decapeamento, desmonte da rocha com uso de explosivos, por fio helicoidal e por martelo de perfuração, carregamento e transporte para beneficiamento, produzindo placas polidas e posteriormente comercializando-as. O conhecimento geológico ambiental das condições geomorfológicas e logísticas para a atividade extrativa é fundamental para a exeqüibilidade de uma Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), que é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei 6.938/1981 (Brasil, 2010).

Como base do trabalho utilizou-se dois conceitos principais: aspecto e impacto ambiental. O conceito de aspecto ambiental definido na norma brasileira (ABNT, 2004) é determinado como: elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente. Enquanto o conceito de impacto ambiental pode ser entendido como alterações naturais ou antrópicas significativas ao meio ambiente, positivas ou negativas, como conseqüências de uma ação ou efeito.

Alguns autores (e.g. Westman, 1985; Moreira, 1992) tratam principalmente esse efeito como de influência da ação humana. Na norma define-se impacto ambiental: "qualquer modificação do meio ambiente, benéfica ou adversa, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização" (ABNT, 2004) e na legislação:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais (Brasil. Resolução CONAMA nº 1/86, art. 1º).

Neste trabalho relaciona-se o conceito de impacto ambiental como sendo resultante dos aspectos ambientais, numa relação de causa e efeito.

Para identificar e avaliar os aspectos e impactos ambientais da atividade mineira utilizou-se um dos métodos da AIA, Matriz de Interação.

Seus métodos (listagem de Controle; modelos; matrizes de interação; análise de rede de interações, superposição de cartas, etc.) são mecanismos para coletar, analisar, comparar e organizar informações e dados sobre os impactos ambientais, incluindo meios para a apresentação dessas informações (Sánchez, 2006).

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange a Pedreira Cavalo Bravo autorizada para extração de mármore cinza, a qual localiza-se cerca de 5 Km na região sudoeste da expansão urbana do município de São Rafael, Estado do Rio Grande do Norte. Trata-se de um terreno de geomorfologia plana, com delgado capeamento de solos, inseridos no contexto geológico do Grupo Seridó, composto por xistos e mármore da Formação Jucurutu (Siqueira, 1981). O acesso se dá pela rodovia estadual RN-118 e estradas secundárias carroçáveis (Mapa 1).



Mapa 1: Mapa de localização da área da Pedreira Cavalo Bravo

3 METODOLOGIA

A opção pelo método de Matriz de Interação foi acatada considerando os recursos técnicos e financeiros disponíveis, o tempo de duração, os dados existentes e a possibilidade da obtenção das informações ou possíveis de

se obter, principalmente. As informações sobre o fluxo de processos do empreendimento foram obtidas em vistoria de campo e organizadas pelo método de avaliação de impacto adotado.

Leopold, Clarke, Hanshaw e Balsley (1971) elaboraram a primeira matriz de interação, também chamada de “Matriz de Leopold”, desenvolvida nos Estados Unidos para projetos de mineração. Em Estudos de Impacto Ambiental (EIA) muito se utiliza deste método.

Neste trabalho foram feitas adaptações, que permitiram a aplicação do método no segmento alvo. A matriz foi organizada em linhas e colunas, onde em um eixo das colunas são enumeradas as etapas do processo da atividade mineira e as linhas são preenchidas de acordo com os fatores ambientais (aspectos, impactos, medidas mitigadoras, etc) relacionados às ações do projeto nas colunas.

A matriz permite boa disposição visual do conjunto de impactos diretos; simplicidade de elaboração; baixo custo; permite comparações fáceis, porém não explicita a identificação dos impactos ambientais indiretos, não considera as alterações entre os impactos; não considera as características espaciais do impacto; quando envolve um grande número de informações, fica difícil de ser analisado; subjetividade na atribuição da magnitude; não é seletivo, pois, não estabelece um sistema para centralizar a atenção nos aspectos mais críticos dos impactos. Portanto, para minimizar estas desvantagens foram elaboradas/adaptadas outras matrizes para valoração de impactos e medidas mitigadoras.

4 SEGMENTO: ROCHAS ORNAMENTAIS

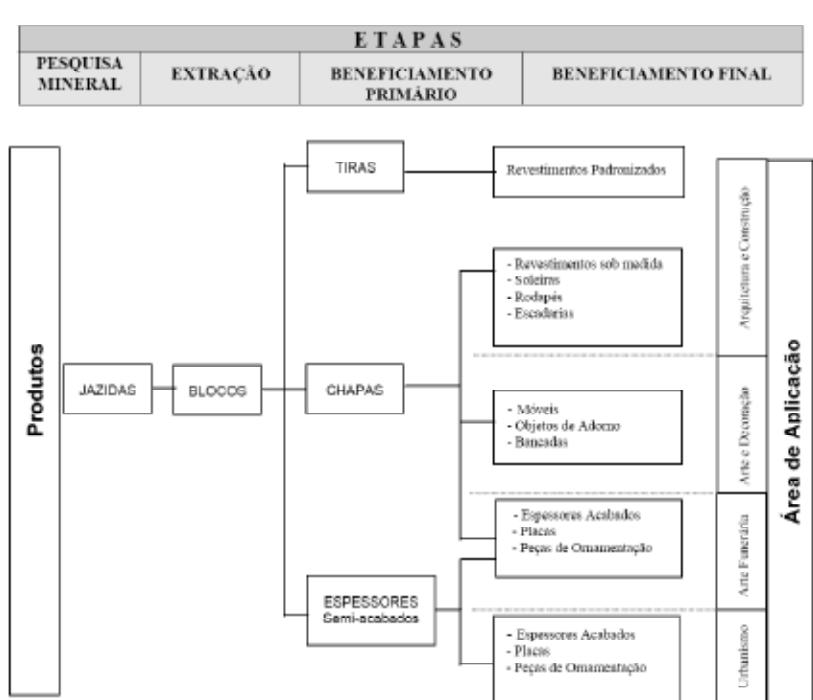
As rochas ornamentais, por suas características naturais intrínsecas, não precisam para seu uso mais que a extração e sua transformação em formas e/ou elementos adequados ao uso projetado. Atualmente, seu principal emprego (60%) é como pisos, fachadas, etc. A valorização das rochas ornamentais, além de baseada em parâmetros objetivos, mensuráveis, tais como as características tecnológicas, depende enormemente de padrões subjetivos, tais como cor e desenho, relacionados a questões muitas vezes ao sabor da moda (Chiodi Filho, 2004).

As rochas ornamentais e de revestimento são produzidas através de sua extração nas pedreiras na forma de blocos paralelepípedos de granitos, conglomerados, vulcânicas alcalinas, calcários, calciossilicáticas, mármore, quartzitos, sienito, migmatito, quartzito, arenito, ardósia, serpentinito, travertino, as quais serão, na maioria dos casos, serrados em placas e suas faces beneficiadas

através de esquadrejamento, polimento, lustro, apicoamento e flameamento, em serrarias e marmorarias. Do ponto de vista comercial, as rochas ornamentais e de revestimento são basicamente classificadas em granitos e mármore (Pereira, Amaral, 1997).

4.1 FLUXO DO PROCESSO PRODUTIVO

A atividade extrativa de rochas ornamentais possui como traços mais marcantes: o processamento de recursos naturais; a baixa intensidade tecnológica; a reduzida exigência em termos de escala mínima de produção; o caráter exógeno da inovação tecnológica, pois ela costuma vir incorporada nos equipamentos; e o fato da capacidade empreendedora do dirigente ser um fator crítico para a competitividade (Morais, 2003). Todas as etapas envolvendo a atividade econômica de rochas ornamentais estão relacionadas no Fluxograma 1.



Fluxograma 1: Fluxograma esquemático do setor, com os principais produtos dos segmentos do ciclo de produção de rochas ornamentais

Fonte: Modificado de Peiter et al., 2001.

4.2 PESQUISA MINERAL

A etapa dos trabalhos de campo (pesquisa e lavra) só é iniciada quando o acesso à área está garantido e as autorizações junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e aos órgãos ambientais estão satisfeitas.

Nesta primeira etapa é realizada a pesquisa para definir as rochas aproveitáveis, o aspecto estético do material é o critério subjetivo mais fundamental. Este estudo compreende: estudo de mercado; caracterização tecnológica da rocha; estudo da jazida; projeto de lavra; projeto de beneficiamento; viabilidade econômica e montagem financeira. Dentre esses, os que apresentam aspectos ambientais diretos são: caracterização tecnológica da rocha; estudo da jazida; projeto de lavra e projeto de beneficiamento.

Para a utilização das rochas ornamentais torna-se indispensável o conhecimento de suas características petrográficas, químicas e mecânicas (massa específica, resistência e desgaste, durabilidade, compacidade, porosidade, abrasão, permeabilidade), além dos aspectos cromáticos e texturais, pois essas propriedades norteiam e determina o seu emprego no mundo moderno. Isto se deve principalmente ao fato de que as rochas ornamentais, quando em uso, são submetidas a variadas solicitações, tais como: atrito e desgaste, impactos, esforços, tensões, ações das intempéries, ataques por produtos químicos de limpeza, líquidos e atmosferas agressivas, etc.

Essas características, bem como a previsão do desempenho da rocha quando o serviço são obtidas através da análise dos resultados de ensaios, executados segundo procedimentos rigorosos e normalizados, no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), complementados, quando da ausência de norma nacional, pelas da *American Society for Testing and Materials (ASTM)*.

4.2.1 Estudo da jazida

No estudo de jazidas tenta-se apontar o volume considerável de reservas de mármore, que se mostra com características apropriadas para ser aproveitada como rocha ornamental.

O detalhamento do levantamento topográfico e geológico, que inclui levantamento sistemático do fraturamento, faz-se na escala 1:1.000, contando com: prospecção geofísica para avaliar a espessura da cobertura e identificar e controlar zonas mais fraturadas e/ou alteradas; petrografia

em lâmina delgada; testemunhos de sondagens e testes de caracterização; reconhecimento das variações de cor; detecção de xenólitos e de defeitos na rocha; serragem dos blocos para preparação de plaquetas e ensaios de polimento; medida da porosidade e da absorção de água; medida da resistência à compressão e à flexão. Com estes testes preliminares poder-se-á avaliar: o eventual interesse dos comerciantes baseando-se na apresentação das plaquetas polidas; as qualidades tecnológicas da rocha que condicionam sua aplicabilidade; o tamanho e a homogeneidade da jazida e a dimensão dos blocos obteneíveis próximos à superfície.

4.2.2 Projeto de Lavra e Beneficiamento

O estudo da jazida resultará na escolha dos locais para início de lavra levando em conta condições de acesso, bem-feitorias, rede elétrica, casas, armazéns, facilidade para iniciar a lavra em função da morfologia do local, problemas ambientais e acordos com os superficiários. Segue-se, então, a extração do bloco teste para ser beneficiado em instalação comercial, obtendo placas polidas que servirão para dimensionar instalações de beneficiamento e produzir amostras para testes de qualidade junto ao mercado.

O método de lavra trata do aperfeiçoamento da extração em metros cúbicos aproveitáveis (para posterior corte nos teares). Deve garantir a acessibilidade aos painéis de lavra, pois a extração é operação sem retorno e os erros não podem ser recuperados sem grandes perdas. A separação entre minério e estéril implica no conceito de qualidade por parâmetros específicos para rochas ornamentais, tais como fraturamento, presença de minerais deletérios e de xenólitos, cor e uniformidade da cor, regularidade no tamanho dos minerais constituintes da rocha.

Finalmente, o planejamento de lavra deve incluir a posterior recuperação do local, sob a responsabilidade ambiental, determinante esta cada vez mais exigida pelas autoridades administrativas, e de custos cada vez mais significativos.

4.3 EXTRAÇÃO (LAVRA)

Em geral o primeiro estágio de cadeia produtiva das rochas ornamentais é a lavra de blocos a céu aberto desempenhada pelas empresas extratoras. A metodologia de lavra é determinada pela morfologia da jazida, por sua cobertura, não aproveitável para blocos, e pela necessidade de se remover os blocos selecionados após serem individualizados.

Depois de definidas os condicionantes e limitantes, os métodos de lavra podem ser assim classificados: lavra de matacões, lavra por desabamento, lavra em tiras, lavra em bancadas horizontais sucessivas, métodos mistos a céu aberto, lavra subterrânea em pilar e salão, e técnica usando Serras. Especificamente na empresa estudada realiza-se a lavra em bancadas horizontais sucessivas.

4.3.1 Bancadas Horizontais Sucessivas

Este é o método mais empregado na lavra de rochas ornamentais em maciços. A progressão da lavra é feita em bancadas horizontais, conduzida sucessivamente, até o contorno final. A altura da bancada guarda relação com o tamanho do bloco a ser extraído. Pode ocorrer em certos casos quando se alcança o limite de concessão ou exaustão do material de interesse no nível em atual extração, ser necessário aprofundar a lavra, daí jazida passa a ter a conformação de uma cava a céu aberto.

O trabalho inicial no maciço se desenvolve nas seguintes etapas: seleção do maciço rochoso a ser atacado; remoção da capa de cobertura do maciço, seja de solo, seja de blocos soltos não aproveitáveis, operação feita a trator, pá carregadeira ou retro-escavadeira. Este material, após qualificação (solo, saprólito, blocos) é amontoado seletivamente em bota-foras, para posterior recomposição do local; limpeza e marcação a tinta das linhas de corte.

Os dois principais tipos de desmonte de blocos são realizados por explosivos e por serras. O desmonte por explosivos é realizado com o carregamento e detonação de furos horizontais verticais e na base da gaveta delimitando do tamanho do bloco (Fotografia 1). Para a perfuração destes furos utilizam-se marteletes pneumáticos leves, individuais ou vários marteletes montados em paralelo em suporte que os dirija. Os furos podem ser expandidos por madeira encharcada, cunhas ou por expansores hidráulicos ou explosivos.

O corte com fio helicoidal trata-se de um fio de aço composto de 3 cabos torcidos que corre por cima de roldanas. O fio arrasta material abrasivo, como quartzo, utilizado para calcários, ou esmeril para rochas silicáticas. A técnica está hoje caindo em desuso, substituída que está sendo por fio diamantado (Vidal, 2001). Para cortes em pedreiras (Fotografia 2), sem faces livres exceto a superior, fazem-se sondagens verticais de grande diâmetro, na faixa 300 a 500 mm, resultando em poços na rocha. Em cada par de poços introduz-se progressivamente uma estrutura metálica, suporte de polia na extremidade: o fio helicoidal passará pelas polias e de um poço ao outro, aprofundando-se progressivamente.



Fotografia 1: Esquadrejamento com explosivos, sendo utilizado cordel detonante



Fotografia 2: Cava de extração de blocos mármore em sucessivas bancadas com o tamanho do bloco. Uma frente feita por fio helicoidal e outra por martelo de perfuração.

4.4 BENEFICIAMENTO PRIMÁRIO

Os blocos finais da lavra (de dimensões ideais) são laçados por cabos de aço e puxados por um guincho mecânico (pau-de-carga) e tombados sobre o caminhão ou sobre a carreta por uma pá mecânica, transportados até a serraria onde são armazenados no pátio de blocos e inseridos nos teares através de carros de transferência (Fotografia 3).

O beneficiamento primário feito nas serrarias compreende o corte de blocos brutos em chapas, por meio de equipamentos denominados teares, ou em tiras e ladrilhos por meio de talha-bloco para a produção de ladrilhos. Cada metro cúbico de rocha bruta gera certa quantidade de chapas de acordo com a espessura da chapa, tipo e qualidade do material.



Fotografia 3: (a) Pátio de Blocos com pórtico; (b) Carros de transferência

4.4.1 Corte de Placas

O equipamento mais comum na serragem de blocos é o tear convencional, constituído por multi-lâminas (Fotografia 4). O corte do bloco se dá pela combinação da lama abrasiva (mistura de granalha, cal e água), conduzido por um conjunto de lâminas movimentadas pelo tear. Os maiores problemas se referem ao fato das lâminas empenarem e as placas não resultarem com superfícies planas. As espessuras de corte se situam entre 2 ou 3 cm. Esse tear convencional pode levar até cem horas para serrar um bloco de 6 m³ de mármore Bege Bahia.



Fotografia 4: Corte do bloco em tear de multi-lâminas e lama abrasiva

4.4.2 Polimento das Placas

Tanto as chapas de mármore como as de granito, em geral, após a serragem são polidas. No caso do mármore, cuja superfície é mais irregular, primeiramente ocorre o processo de estucamento, que tem a função de fechar os *poros* existentes na superfície da chapa bruta com resinas especiais. Em seguida, o polimento dá brilho e lustre ao material. O principal equipamento utilizado é a politriz, cujos principais tipos são: manual de bancada fixa, e a multicabeça com esteira transportadora. Na primeira as chapas ficam deitadas num balcão de concreto, para serem polidas por um cabeçote que

contém os abrasivos e é conduzido por um trabalhador. Existem hoje máquinas automáticas que otimizam esta operação. Porém, este polimento é feito tradicionalmente, no Brasil, de forma manual: o operador trabalha sobre a placa horizontal com uma politriz de mão e o controle do acabamento depende da prática do operador (Fotografia 5).



Fotografia 5: Politriz manual para acabamento das placas

4.5 BENEFICIAMENTO FINAL

A última etapa do processo direcionará o produto final das rochas ornamentais para diversos segmentos, dimensões e detalhes de acordo com as especificações requeridas, principalmente na indústria da construção civil. De outra forma podem ser torneadas para revestimento de colunas, como blocos, esculpido ou não, para monumentos e obras públicas. Substitutos ou concorrentes das rochas ornamentais são as pedras ornamentais, rochas talhadas grosseiramente ou, quando a xistosidade permite, fendida em espessuras centimétricas e serradas nas bordas em formas regulares, caso comum para ardósias, quartzitos, xistos e gnaisses, para uso em revestimentos e pisos.

4.6 PATOLOGIAS

As patologias manifestam-se nas placas de rochas através de: manchamentos e/ou mudanças da tonalidade original, crostas e depósitos; eflorescência e subeflorescência; perda da integridade física por dissolução, escamações ou pulverizações (por subeflorescências) e fraturamento; empenamento, descolamento e destacamento, resultando na redução da qualidade estética e evoluindo para danos maiores à obra até o comprometimento da sua segurança.

Os fatores responsáveis pelas manifestações patológicas podem ser de origem natural ou introduzidos pelo homem (má qualidade da produção, transporte e armazenagem das placas, poluição) e são classificados em: petrográficos, químicos, físicos e mecânicos, estas definem suas propriedades tecnológicas, que em conjunto determinam sua resposta às condicionantes do ambiente onde são empregadas.

5 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Segundo a CPRM (Brasil, 2002), os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em cinco categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, subsidência do terreno, incêndios e rejeitos radioativos, porém suas mudanças e prejuízos não devem impedir a atuação da mineração, uma vez que ela atende a necessidade da sociedade.

Os maiores riscos de comprometimento ambiental ocorrem na lavra a céu aberto, onde se tem um maior aproveitamento do corpo mineral, gerando maior quantidade de estéril, poeira em suspensão, vibrações e riscos de poluição das águas, caso não sejam adotadas técnicas de controle da poluição.

A lavra de rochas ornamentais, freqüentemente, apresenta um alto potencial impactante devido a degradação visual da paisagem, ao abandono das lavras, a poeira, o ruído e a vibração. No entanto, poucos minerais desta classe são tóxicos e o uso de reagentes químicos é limitado.

O desmonte dos blocos através de explosivos resulta em ruídos prejudiciais à tranqüilidade pública. Ultralançamentos de fragmentos ocorrem devido ao plano de fogo utilizado, é um tipo de impacto com ocorrência local (Fotografia 6). Isso requer maior controle da detonação, de acordo com

a distância e o tipo de material. A disposição final de rejeitos não constitui o problema mais sério, se destinados aos trabalhos de recuperação das áreas. Entretanto, quando esses depósitos ficam muito volumosos, tornam-se instáveis e sujeitos a escorregamentos localizados.



Fotografia 6: Esquema de aspectos e impactos no desmonte de blocos

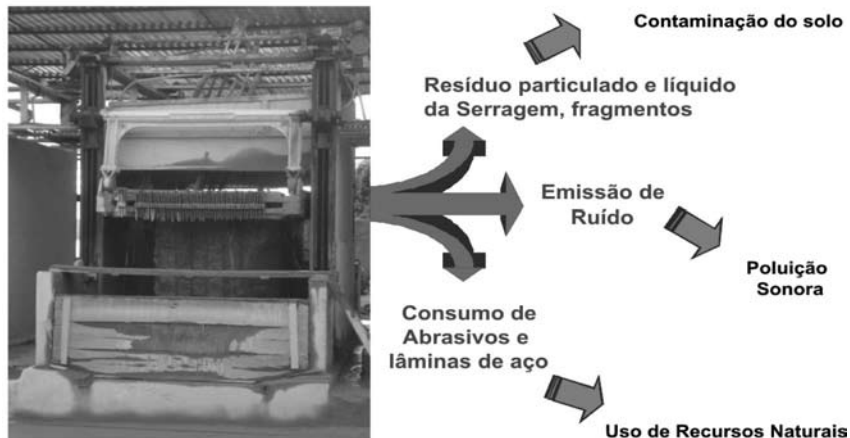
Os ruídos provocados pelos processos de serragem dos blocos (Fotografia 7) são considerados um dos maiores transtornos sofridos pelos habitantes próximos e/ou os que trabalham diretamente na atividade. Para evitar ruídos decorrentes dos equipamentos de beneficiamento, deve-se aproveitar ao máximo os obstáculos naturais ou então criar barreiras artificiais, colocando o estoque de material beneficiado ou a ser tratado entre as instalações e as zonas a proteger.

O tráfego intenso de veículos carregados de blocos causa uma série de transtornos à comunidade, especialmente naquela situação mais próxima às áreas de mineração, como: poeira, emissão de ruídos, freqüente deterioração do sistema viário da região.

A poluição do ar por poeira pode ter origem tanto nos trabalhos de desmonte dos blocos como nas etapas de polimento (Fotografia 8) e de transporte da produção. Na pedreira Cavalinho o impacto é de ordem

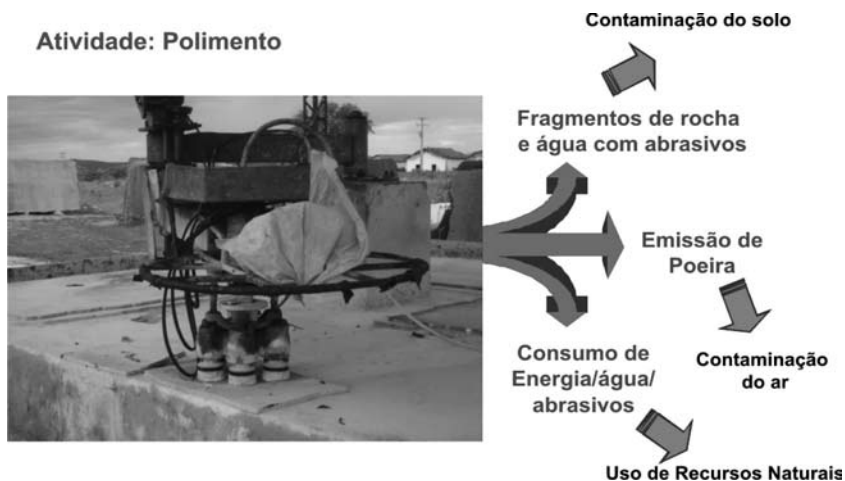
local, restrito à área da pedreira e que está mais diretamente relacionado à questão de saúde ocupacional dos funcionários, não atingindo a comunidade. A poluição por gases a partir da mineração é pouco significativa, e em geral restringe à emissão dos motores das máquinas e veículos usados na lavra e beneficiamento do minério.

Atividade: Serragem dos Blocos



Fotografia 7: Esquema de aspectos e impactos na serragem de blocos

Atividade: Polimento



Fotografia 8: Esquema de aspectos e impactos no polimento de placas

Durante a fase de serragem dos blocos e polimento das placas devem ser observados cuidados especiais para que o efluente líquido gerado não sejam lançados no sistema de drenagem. A principal poluição das águas é a geração de lama. A poluição química também existe e pode ser localmente grave, mas é mais restrita. O controle no caso de lama é simples, através de barramento e canalização com adequado armazenamento do efluente em tanques de decantação e reuso, preservando a hidrografia, mas pode requerer investimentos consideráveis.

5.1 MATRIZ DE INTERAÇÃO QUALITATIVA

A alteração da paisagem, em locais de implantação de obras de lavra, constitui um impacto inerente a este tipo de atividade, não podendo ser minimizado. Medidas que contemplem a recuperação posterior das áreas a serem alteradas podem constituir fator de amenização dos impactos estéticos e valoração agrícola. Os impactos a serem gerados na paisagem do sítio do empreendimento e os efeitos negativos que poderão ser causados pela visualização dos mesmos, são indicados com base na planilha de aspecto/ impactos ambientais. São relacionadas as seguintes atividades nas fases do empreendimento: implantação e operação.

Quadro 1: Matriz de Interação Qualitativa para Aspectos e impactos Ambientais

Atividades	Aspectos Ambientais	Impacto Ambiental
<p>1 – Lavra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decapeamento, envolvendo remoção da cobertura superficial, deterioração da cobertura vegetal e a formação de pilhas de solo • Abertura de cavas e perfuração das bancadas • Carregamento dos furos com explosivos e corte a fio • Desmonte das bancadas com detonação dos explosivos • Armazenagem de explosivos e acessórios de detonação • Drenagem da cava 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão, movimentação de terra e assoreamento de córregos, alteração da paisagem, flora e fauna locais • Geração de ruído e poeira • Possibilidade de acidentes • Geração e propagação de ondas sísmicas no terreno e no ar (vibração e sobre pressão atmosférica) • Lançamento de fragmentos • Geração de ruído, fumos e gases • Escorregamentos de taludes fora do setor de desmonte • Consumo de energia 	<ul style="list-style-type: none"> • Esgotamento de recurso natural • Afugento da fauna • Modificação e destruição da vegetação nativa • Inabilitação para uso agrícola • Poluição sonora • Perturbação das vizinhanças e exposição ocupacional dos trabalhadores • Explosão, riscos de vida • Contaminação das águas superficiais assoreamento de córregos próximos • Poluição do ar e sonora. • Riscos de danos a construções civis e riscos a vida humana • Afugento da fauna
<p>2 – Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carregamento e transporte dos blocos • Abertura de novas vias de acesso na cava • Umidificação das vias de acesso • Descarregamento do blocos • Lubrificação, troca de óleo e manutenção dos veículos • Lavagem de veículos • Abastecimento dos veículos • Armazenagem de óleo diesel • Circulação de veículos e máquinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de poeira e ruído e emissão de gases • Vazamentos de óleos/ combustíveis/graxas • Geração de ruído, poeira e emissão de gases produzidos pelas máquinas • Processos erosivos e assoreamento dos cursos d'água • Geração de efluentes, aporte de sedimentos para os cursos d'água • Consumo de energia • Consumo de água 	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição do ar e sonora, desconforto aos trabalhadores • Utilização de recursos naturais, eventuais acidentes, redução da suspensão das partículas • Perdas de vida e materiais • Comprometimento dos recursos naturais superficiais

Atividades	Aspectos Ambientais	Impacto Ambiental
<p>3 – Serragem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transferência • Serragem por tear convencional • Transferência 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de lama abrasiva (mistura de granalha, cal e água) • Geração de ruído e poeira • Possibilidade de acidentes • Geração de efluentes, aporte de sedimentos para os cursos d'água • Consumo de energia • Consumo de água • Riscos de acidentes • Escape/perda de material • Vibração dos equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição do ar e sonora, desconforto aos trabalhadores • Contaminação das águas superficiais e assoreamento de córregos próximos • Riscos de acidentes, conforme o diâmetro do minério • Perdas de rendimento • Comprometimento do solo e das águas superficiais
<p>4 – Polimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Riscos de acidentes • Consumo de energia • Vibração dos equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação das águas superficiais e assoreamento de córregos próximos • Poluição do ar e sonora, intoxicação por gases • Comprometimento do solo e das águas superficiais
<p>5 - Embalagem/estocagem</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas de material • Geração de ruído, poeira e emissão de gases produzidos pelas máquinas 	
<p>6 - Disposição do rejeito</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da paisagem • Geração de poeira e ruído • Exposição de materiais metálicos, blocos, fragmentos e efluentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação das águas superficiais e assoreamento de córregos próximos • Poluição ambiental

Atividades	Aspectos Ambientais	Impacto Ambiental
7 – Infra-estrutura <ul style="list-style-type: none"> • Implantação das edificações • Equipamentos de beneficiamento (serraria e afins) • Armazéns, • Pátio de caminhões, • Escritório, • Acessos internos e outras estruturas auxiliares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmatamento • Poluição sonora • Poluição térmica • Descaracterização nutritiva do solo • Perda de recursos faunísticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação do solo e dos cursos d'água • Eliminação de vegetação • Afugenta fauna

5.2 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Através da utilização dos conceitos da de aspectos e impactos na AIA, foi realizada a caracterização e valoração qualitativa dos impactos ambientais causados pela pedreira Cavalinho e seu enquadramento geral de impactos.

Quadro 2: Magnitude e importância dos impactos ambientais

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Gravidade	Abrangência	Significância	Ação corretiva
Alteração da topografia. Eliminação do solo e da vegetação (cavas).	Perda das propriedades agrícolas do solo, fauna e flora.	Alta (3)	Local (1)	(4) Moderado	Reconstrução da paisagem e solo
Exposição de material estéril, instalações da planta de beneficiamento e Armazéns, etc	Impacto visual pela introdução de elementos estranhos à paisagem	Média (2)	Local (2)	(4) Moderado	Construção de local de descarte apropriado

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Gravidade	Abrangência	Significância	Ação corretiva
Explosões em bancadas	Lançamento de fragmentos e poluição sonora	Baixa (1)	Pontual (1)	(2) Desprezível	Substituição do método de desmonte
Efluente líquido da Serraria e Polimento	Contaminação do solo e das águas	Alta (3)	Local (2)	(5) Crítico	Tratamento do efluente
Rejeito de lavra e beneficiamento	Contaminação do solo e das águas, eliminação de vegetação	Alta (3)	Local (2)	(5) Crítico	Produção secundária e descarte apropriado
Resíduo particulado (resina de polimento)	Contaminação do ar, água, vegetação.	Média (2)	Pontual (1)	(3) Moderado	Isolamento dos locais de polimento

Quadro 3: Síntese de avaliação geral dos impactos ambientais causados pela pedreira Cavallo Bravo

Natureza		Nível de intervenção		Extensão	
Positivo	Negativo	Direta	Indireta	Local	Regional
	X	X		X	
Temporalidade				Reversibilidade	
Imediato	Curto Prazo	Longo Prazo	Reversível	Irreversível	
X					X

5.3 MEDIDAS PROPOSTAS

As medidas mitigadoras adotadas apresentam naturezas preventivas e/ou corretivas com prazos de permanência de sua aplicação onde o Titular da Pesquisa (empreendedor) deve se responsabilizar pela implementação.

Quadro 4: Medidas mitigadoras

Medidas Mitigadoras	Início	Duração
Preenchimento/implantação de solo e cortina vegetal arbórea na área, através de projeto específico, com o fim de reduzir o risco de acidentes, impacto visual, e perdas agrícolas.	Imediato e após o encerramento de cada área lavrada.	Até o encerramento dos processos
Utilização de abafadores acústicos.	Lavra	Detonação
Convergência das cavas para uma bacia de decantação e reutilização da água por bombeamento eólico.	Imediato	Durante o polimento
Construção de um galpão, no intuito de diminuir a propagação do pó e de ondas sonoras.	Imediato	Desde a serragem
Utilização de lonas no transporte rodoviário	Imediato	Transporte
Comercialização dos resíduos sólidos na construção civil.	Imediato	Todo o processo
Manutenção dos equipamentos em locais especializados, ou acondicionamento de resíduos maquinários em recipientes adequados.	Manutenção	Periódica
Gerenciamento do transporte, otimizando o deslocamento veicular.	Imediato	Todo o processo
Monitoramento contínuo dos desmontes e programas ativos para minimização de vibrações e sobrepressão.	Lavra	Desmonte

Medidas Mitigadoras	Início	Duração
Estabelecimento de horários fixos das detonações com aviso à população local através de sinal sonoro.	Imediato	Continua
Utilizar trilhos no deslocamento de cargas entre as etapas, com lavagem dos vagões com água reutilizada.	Longo prazo	Futura
Montar única estrutura de escoamento.	Imediato	Futura
Restauração da flora, com construção de viveiros de plantas nativas junto a comunidade.	Longo prazo	Futura
Infra-estrutura móvel, evitando a necessidade de construção de fundações.	Imediato	Implantação ou reforma.
Treinamento para os operadores vinculados às diversas etapas do processo, visando a habilitá-los na minimização dos impactos ambientais.	Longo prazo	Todo o processo
Relacionamento com a comunidade através da contratação de consultores e serviços de vistoria e diagnóstico de danos em residências próximas a mineração.	Anterior a Lavra	Contínuo

6 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A poluição visual é o primeiro efeito visível da mineração ao meio ambiente. Grandes crateras e lagos, paredões e áreas devastadas são produtos da mineração em numerosos casos, impedindo a posterior utilização. Em muitos deles a reconstituição da paisagem tal qual

era antes da extração é difícil. Porém, através de condução adequada das operações de lavra e de um projeto de recuperação ou Plano de Recuperação de áreas Degradadas (PRAD), que leve em conta o destino a ser dado à área futuramente, a degradação ambiental pode ser reduzida satisfatoriamente. As medidas para a recuperação das áreas mineradas vão desde a concepção do plano de lavra até a implantação do projeto de revegetação. Por outro lado, com o conceito cada vez mais forte de desenvolvimento sustentável, faz-se necessário um programa eficiente de disposição de resíduos gerados por parte da mineração, pois de uma forma geral, precisa-se fazer uso dos bens minerais no momento, mantendo o meio ambiente conservado.

É notório que qualquer atividade de lavra causa impacto ao meio ambiente, entretanto no caso da Pedreira Cavalinho os impactos não são tão perceptíveis a população local, devido à distância das áreas de ocupação urbana. Conforme identificado nos tópicos anteriores, há alteração da paisagem em função da supressão da vegetação e alteração da topografia, com o possível aumento do plano de lavra o impacto visual, danos agrícolas e riscos de segurança para a comunidade local, provocado pela implantação do empreendimento. No entanto, a jazida concentra um bem mineral de interesse econômico, o que impulsiona a manutenção do impacto ambiental. Nesse contexto se medidas preventivas forem tomadas o quanto antes, e elaborados um conjunto de procedimentos para recuperação do rejeito e acordos de convivência com as comunidades próximas, de modo algum inviabilizariam as atividades de lavra.

REFERÊNCIAS³

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14.001: sistemas de gestão ambiental: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio: Rio de Janeiro; 1996 2004. 32p.

Brasil. Ministério de Minas e Energia. CPRM. Perspectivas do meio ambiente do Brasil: uso do Subsolo. Brasília, DF; 2002.

Brasil. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em: 25 out. 2010.

³ Baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver), de 2004.

Brasil. Resolução CONAMA nº 1/86, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/resolucoes/1986_Res_CONAMA_1_86.pdf. Acesso em: 25 out. 2010.

Chiodi Filho C. Balanço das exportações brasileiras de rochas ornamentais e de revestimento no primeiro semestre de 2004. *Pedras do Brasil*, Espírito Santo 2004; ago (29): 50-61.

Leopold LB, Clarke FE, Hanshaw BB, Balsley JR. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey Circular, Washington, D.C., Government Printing Office 1971; 645. 13 p.

Morais JO. Rochas Industriais: pesquisa geológica, exploração, beneficiamento e impactos ambientais. Fortaleza, CE. Fortaleza: SECITECE/ FUNCAP; 2003. 514 p.

Moreira IV. O processo de AIA no Brasil., 2o Seminário Anual sobre Avaliação de Impacto Ambiental, Espinhon (Portugal), 1992.

Peiter CC. *et al.* Rochas Ornamentais no Século XXI: bases para uma política de desenvolvimento sustentado das exportações brasileiras. Rio de Janeiro: CETEM/ ABIROCHAS; 2001. 160p.

Pereira EB, Amaral M. Situação atual do setor de rochas ornamentais do nordeste. Fortaleza: Instituto Euvaldo Lodi; 1997. v. 5, 149 p.
Sánchez LE. Avaliação de impacto ambiental conceitos e métodos. Ed. Oficina de Textos; 2008.

Siqueira JB. Mapeamento Geológico: estrutural da Região de Bonito – Sul de São Rafael. Relatório de Graduação – UFRN; 1981. 58 p.

Vidal FWH. Estudo do elemento abrasivo do fio diamantado na lavra de granito do Ceará. Anais do 2º Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste; 2001; Salvador. Salvador: CETEM/MCT; 2001. p. 65-71.

Westman WE. Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning. New York: John Wiley and Sons; 1985.

