



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS E MEIO AMBIENTE

ANTONIO MARIA RIBEIRO DA COSTA FILHO

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA PEDREIRA LOCALIZADA NO  
MUNICÍPIO DE ELDORADO DOS CARAJÁS - PA**

MARABÁ-PA  
2012

ANTONIO MARIA RIBEIRO DA COSTA FILHO

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA PEDREIRA LOCALIZADA NO  
MUNICÍPIO DE ELDORADO DOS CARAJÁS - PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Denilson da Silva Costa.

MARABÁ-PA

2012

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

**Biblioteca II da UFPA. CAMAR, Marabá, PA**

---

Costa Filho, Antonio Maria Ribeiro da

Análise dos impactos ambientais de uma pedreira localizada no município de Eldorado dos Carajás - PA / Antonio Maria Ribeiro da Costa Filho ; orientador, Denilson da Silva Costa. — 2012.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Marabá, Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente, Marabá, 2012.

1. Pedreiras e extração de pedras - Aspectos ambientais - Eldorado dos Carajás (PA). 2. Brita. 3. Impacto ambiental - Avaliação. 4. Agregados (Materiais de construção). I. Costa, Denilson da Silva, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 553.62098115

---

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS E MEIO AMBIENTE

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
Aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA PEDREIRA LOCALIZADA NO  
MUNICÍPIO DE ELDORADO DOS CARAJÁS - PA**

Elaborado por

**Antonio Maria Ribeiro da Costa Filho**

Como requisito para obtenção de Graduação em Engenharia de  
Minas e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Pará, no  
Campus de Marabá (Marabá-PA).

Data: \_\_\_\_\_

Comissão examinadora:

---

Denilson da Silva Costa – Orientador  
Prof. Dr. da Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente  
Universidade Federal do Pará

---

Alexandre J. Buriel de Macêdo  
Prof. Msc. da Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente  
Universidade Federal do Pará

---

Karina Felícia Fischer Lima Santiago  
Prof<sup>a</sup>. Bacharel em Engenharia de Minas e Meio Ambiente  
Universidade Federal do Pará

MARABÁ-PA  
2012

Dedico essa dissertação ao meu pai Sr. Antonio Maria e minha mãe Sr<sup>a</sup>. Maria Claudete como forma de demonstrar minha imensa gratidão por todos os seus esforços realizados na busca de minha formação e pela inabalável demonstração de carinho e amor durante toda minha existência.

## AGRADECIMENTO

Para a conclusão deste curso houve a colaboração de pessoas que estiveram sempre comigo, que me ensinaram a vencer, viver, amadurecer, tiveram paciência, me alegraram, cuidaram quando mais precisava, me amaram e nunca deixaram de me amar.

Agradeço a Deus em primeiro lugar por ter me dado a vida e pela nova chance de vive-la.

Agradeço a minha família, meu pai Antonio Maria Ribeiro da Costa e minha mãe Maria Claudete Moraes da Costa, aos meus irmãos Jorge (Jorjão), Marcos (Marquinho), Cacelino (Belo) e Claudiane (Clau).

Aos meus padrinhos Ladimar e Waldir Ribeiro juntamente com amigo Waldecir (Tio Cadeke), que me ajudaram em um momento delicado de minha vida.

A meus amigos Juracy (Pé-de-boto), Cascelino (Cacela), Felipe (Carudo), Roberto (Cor-de-Jambo), entre outros que não pude citar - minhas desculpas.

A minha segunda família: Dona Trindade, Mirla, Michely, Mayara, Jeferson, Fernanda e Aleff, que durante toda minha estadia em Marabá cuidaram de mim como se fosse realmente da família, juntamente com meu amigo Paulo André e família.

Aos meus amigos da universidade, a equipe, Adriano Paiva (Giga), Luís Fabricio (Hard ou Minhoca), Fernando Soares (Benga), e todos

Ao Prof. Dr. Denilson da Silva Costa, pela minha orientação e por aceitar o desafio enfrentados durante a realização deste trabalho.

Finalmente a BMS Britamil, na pessoa de seu Zequel (proprietario), Elias (blaster e responsável) e João Paulo (tec. em mineração).

*“O ato de ver implica uma soma dos órgãos sensíveis (ótico ou não), das tecnologias e da espiritualidade individual, sendo uma busca constante de olhos cada vez mais perfeitos. Portanto, ver e pensar não são ações independentes. A visão seleciona e cria conforme estímulos e organiza formas significativas ao objeto selecionado.”*

*(Chardin, 1995)*

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

FIGURA 1 - Modelo de ciclo básico de uma Pedreira.....	26
FIGURA 2 - Tipos de rochas exploradas no Brasil para obtenção de brita. ....	27
FIGURA 3 - Localização do Município de Eldorado do Carajás - PA. ....	38
FIGURA 4 - Vista aérea com destaque para a empresa BMS – Britamil e a mancha urbana da cidade de Eldorado do Carajás – PA. ....	39
FIGURA 5 - Tentativa de classificação climática, segundo o método de KÖPPEN. ....	40
FIGURA 6 - Mapa Geológico do Município de Eldorado dos Carajás. ....	42
FIGURA 7 - Foto de uma amostra de rocha gnáissica com bandamento composicional. ....	43
FIGURA 8 - Foto com detalhe da frente de lavra e decapeamento, Pedreira BMS. ....	44
FIGURA 9 - Foto da planta de beneficiamento, Pedreira BMS. ....	44
FIGURA 10 - Fluxograma da usina de britagem da BMS – Britamil Ltda. ....	46
FIGURA 11 - Gráfico da escala dos impactos observados. ....	55
FIGURA 12 - Gráfico da severidade dos impactos observados. ....	55
FIGURA 13 - Gráfico da duração dos impactos observados. ....	56
FIGURA 14 - Gráfico impactos ambientais levantados na unidade da pedreira BMS – Britamil. ....	57
FIGURA 15 - Gráfico do classificação da significância dos impactos ambientais. ....	57
FIGURA 16 - Distribuição percentual de impactos ambientais significativos entre as atividade da Pedreira. ....	58

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Lei nº 167/2005, Anexo I. Classificação das atividade segundo seu potencial poluidor/degradador.....	20
TABELA 2 - Documentacao exigida Lei nº 167/2005 .....	21
TABELA 3 - Terminologia utilizada pela NBR 7225.....	22
TABELA 4 - Classificação e uso das britas .....	28
TABELA 5 - Impactos ambientais da mineração.....	30
TABELA 6 - Síntese e comparação dos principais métodos de AIA.....	35
TABELA 7 - Especificações dos materiais produzidos na BMS Britamil Ltda .....	45
TABELA 8 - Legenda .....	46
TABELA 9 - Quadro do modelo de matriz de aspectos e impactos .....	48
TABELA 10 - Escala de acordo com a situação da atividade.....	49
TABELA 11 - Severidade de acordo com a situação da atividade .....	49
TABELA 12 - Duração de acordo com a situação da atividade.....	50
TABELA 13 - Significância e Classificação dos impactos.....	50
TABELA 14 - Matriz de avaliação da siginificancia dos impactos ambientais.....	52
TABELA 15 - Impactos de Nível I evidenciado na Pedreira BMS.....	58

## RESUMO

A mineração de agregados é uma importante atividade econômica do Município de Eldorado do Carajás, e a extração de rocha para produção de brita é um ramo de grande importância, pois implica no desenvolvimento regional, por suprir a demanda desse material na região, e como meio de geração de emprego e renda para o Município. Entretanto sob a ótica ambiental da Lei Estadual nº 7.389/2010 e a Orgânica do Município nº 283/2011, a extração de rochas para uso imediato na construção civil (brita ou pedra talhe), possui um potencial poluidor/degradador III. Neste sentido, este trabalho buscou apresentar, adaptar e aplicar o método de matriz de avaliação de impacto ambiental, verificando na avaliação a significância dos impactos ambientais gerados por essa atividade. Essa análise foi realizada de forma indutiva, baseada em observações, somada a entrevista com os responsáveis e a população no entorno. Quanto à avaliação da significância dos impactos ambientais, os resultados obtidos demonstraram que 47% apresentam uma significância baixa, 47 % moderada e 6% alta. No entanto, se tal atividade for realizada de forma consciente, obedecendo à legislação, investindo na aliança entre extração mineral e a sustentabilidade, no sentido de causar o mínimo de impactos ambientais, recuperando a flora e a fauna local no final de cada etapa.

**PALAVRAS CHAVES:** Extração Mineral, Brita, Impactos Ambientais.

## ABSTRACT

The mining of aggregates is an important economic activity in the city of Eldorado do Carajás, the and extraction of crushed rock production is a branch of great importance for regional development, meet the demand for this material in the region, and as a means of generating employment and income for the municipality, however from the perspective of environmental State Law Organic and 7.389/2010 the city in 283/2011 the extraction of rocks for immediate use in construction (gravel or stone-cut), has a potential polluter / degrading III. Thus, this paper aimed to present, adapt and apply the method of Matrix Environmental Assessment, checking in evaluating the significance of environmental impacts generated by this activity. This analysis was based on observations, coupled with interviews with those responsible for it and the surrounding population. As for assessing the significance of environmental impacts, the results showed that 47% have a significant low, 47% moderate and 6% high. However, if such activity is carried out conscientiously obey the law, invest in the alliance between mining and sustainability so as to cause minimal environmental impact, recovering flora and fauna at the end of each stage, on the other hand will, to demystify the old outdated idea of associating mining the devastation of natural resources.

**Keywords:** Mineral Extraction, Gravel, Environmental Impacts.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.2 OBJETIVOS .....	15
<b>1.2.1 Geral .....</b>	<b>15</b>
1.2.2 Específicos .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
2.1 ASPECTOS LEGAIS E AMBIENTAIS PARA A MINERAÇÃO DE AGREGADOS	16
<b>2.1.1 Regime de autorização e concessão.....</b>	<b>16</b>
2.1.2 Regime de licenciamento .....	18
2.1.3 Legislação ambiental.....	19
2.2 CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS .....	22
2.3 PEDREIRAS .....	24
<b>2.3.1 Brita .....</b>	<b>27</b>
2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELA MINERAÇÃO .....	28
2.5 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	33
<b>2.5.1 Métodos de avaliação de impactos ambientais .....</b>	<b>34</b>
<b>3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>38</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	38
3.2 CLIMA.....	40
3.3 VEGETAÇÃO .....	41
3.4 CONTEXTO GEOLÓGICO.....	41
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	47
<b>4.1.1 Levantamento bibliográfico .....</b>	<b>47</b>
4.1.2 Trabalho de campo.....	47

<b>4.1.3 Definição da metodologia de avaliação dos impactos ambientais.....</b>	<b>48</b>
<b>5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>51</b>
5.1 PROPOSTA PARA MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS .....	58
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>61</b>
6.1 CONCLUSÕES .....	61
6.2 RECOMENDAÇÕES .....	62
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Sem dúvida, a mineração capítula suas dádivas na História da Humanidade. É difícil imaginar o desenvolvimento das sociedades modernas sem a participação da atividade através da geração de riquezas e do uso dos recursos para proporcionar uma vida melhor ao homem, quer diretamente *in natura*, como construção civil, quer pela sua transformação pelos diversos setores industriais.

Sabe-se que na atividade de exploração mineral existe um lado positivo, justificado pela produção de bens de consumo, geração de emprego e distribuição de renda, além de contribuir para o Município no pagamento de impostos e fortalecimento da economia local.

Não obstante, por outro lado, os problemas ambientais gerados, tem sido apontado como principal impacto ou consequência negativa desta atividade, em especial, sobre a biota, sobre o relevo, a qualidade das águas e sobre a população do entorno das áreas de mineração, por se tratar da exploração de um recurso natural não renovável, que necessariamente provoca o impacto de criação de vazios, isso é, por mais que se desenvolva a atividade dentro dos melhores padrões de controle ambiental, sempre haverá um impacto residual.

A importância do estudo dessa área se deve à condição contraditória desta atividade produtiva: possui relevância social em termos de geração de emprego, renda, movimentação do mercado de construção civil, ao mesmo tempo em que origina inúmeros riscos e impactos.

Assim, na tentativa de gerar um diagnóstico da situação atual do empreendimento, o presente trabalho de conclusão de curso (TCC) apresenta como principal objetivo uma análise dos impactos ambientais, com o intuito de identificar e mostrar a significância de tais impactos decorrente de uma empresa de extração e beneficiamento de rocha para produção de brita localizada no Município de Eldorado dos Carajás-PA.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral

O objetivo geral do trabalho foi identificar, avaliar e discutir os possíveis impactos ambientais, decorrentes da atividade de exploração e beneficiamento de gnaïsse, tendo como estudo de caso a Pedreira BMS - Britamil em Eldorado do Carajás - PA.

### 1.2.2 Específicos

- i. Levantar informações necessárias para formação de um inventário com os principais indicadores das condições ambientais do local de estudo;
- ii. Identificar e avaliar os impactos ambientais decorrentes da atividade da pedreira;
- iii. Elaborar uma matriz para classificar e avaliar os impactos ambientais gerados pela exploração e beneficiamento;
- iv. Identificar as principais exigências legais a que a empresa está sujeita; e
- v. Propor medidas mitigadoras, visando minimizar e compensar os impactos mais significativos identificados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ASPECTOS LEGAIS E AMBIENTAIS PARA A MINERAÇÃO DE AGREGADOS

A exploração e o beneficiamento de rochas usadas na fabricação de brita, assim como agregados de forma geral, podem ser realizados obedecendo ao regime de licenciamento ou ao regime de autorização e concessão, segundo a Lei Nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, que dispõe sobre regime especial para exploração e aproveitamento das substâncias minerais para utilização em agregado, conforme dita seu Artigo 1º:

Poderão ser aproveitados pelo regime de licenciamento, ou de autorização e concessão, na forma da Lei:

I - areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação;

II - rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins;

III - argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha;

IV - rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivo de solo na agricultura.

Parágrafo único – O aproveitamento das substâncias minerais referidas neste artigo fica adstrito à área máxima de 50 hectares.

#### 2.1.1 Regime de autorização e concessão

Rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil, vinculam-se ao regime de autorização e concessão previsto nos artigos 14 e seguintes do Código de Mineração, o Decreto de Lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967. Este regime prevê duas fases distintas e significativas: a autorização, que contempla os trabalhos de pesquisa mineral, e a de concessão de lavra, que se refere à exploração mineral propriamente dita.

Este regime, no que se refere ao aproveitamento de rocha para produção de brita, abrange áreas de 50ha cada uma. A fase de pesquisa ou de exploração é aquela através da qual o seu titular, no prazo legal de 3 anos (prorrogável por até igual período), desenvolve os trabalhos necessários para definição de uma jazida mineral.

O Artigo 14 do Código de Mineração (1967. p. 4) define pesquisa mineral como sendo “a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade do seu aproveitamento econômico”. Para tanto, o alvará permite apenas a realização de pesquisa ao seu titular, sendo proibida a lavra, a não ser excepcionalmente, através de Guia de utilização (Art. 22. V. § 2º).

Ainda segundo o Código de Mineração, no mesmo artigo, no § 1º, a pesquisa mineral é definida como:

[...] trabalhos de campo e de laboratório, levantamentos geológicos pormenorizados da área a pesquisar, estudo de afloramento e suas correlações, levantamento geofísicos e geoquímicos, aberturas de escavações visitáveis e execução de sondagens do corpo mineral, amostragens sistemáticas, análises físicas e químicas das amostras e dos testemunhos de sondagens e ensaios de beneficiamento dos minérios ou das substâncias minerais uteis, para obtenção de concentrados de acordo com as especificações do mercado ou aproveitamento industrial (CÓDIGO DE MINERAÇÃO. 1967. p. 18).

Excepcionalmente, embora a atividade extrativa só possa ocorrer após a outorga da Portaria de Lavra, a legislação permite, mesmo na fase de pesquisa, o aproveitamento de pequenas quantidades de minérios, tanto para testes industriais quanto para minimizar os custos de pesquisa.

Segundo o Código de Mineração, no Artigo 36, “entende-se por lavra, o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento”. Todavia, não há limite temporal nessa fase. A atividade pode ser desenvolvida até a exaustão total da área.

Um documento muito importante, e que é obrigatório para outorga do título de lavra, é o Plano de Aproveitamento Econômico da jazida - PAE. Nesse documento constam projetos e anteprojetos referentes ao método de mineração; à iluminação, à ventilação, ao transporte e segurança do trabalho, às instalações de energias, de abastecimento de água e condicionamento de ar; à higiene da mina; às moradias e suas condições de habitabilidade; às instalações de captação e projeção das fontes, etc.

Anualmente, o concessionário entrega ao poder concedente um relatório das atividades desenvolvidas no período anterior, destacando volume de produção, destino, tributos recolhidos, mão-de-obra utilizada, recursos próprios ou de terceiros destinados ao empreendimento, etc.

Ao superficiário é garantida a renda pela ocupação do terreno e indenização por danos à propriedade na fase de pesquisa. Na fase de lavra tem direito a participação (no valor de 50% do valor apurado no cálculo da CFEM) nos resultados, como indenização pelas servidões necessárias (Barboza & Gurmendi, 1995).

### **2.1.2 Regime de licenciamento**

O licenciamento ambiental obedece a preceitos legais e normas administrativas ligadas e impostas aos empreendimentos que causem ou possam causar alterações significativas ao meio, com repercussões sobre a qualidade ambiental, como é o caso dos empreendimentos de mineração.

De acordo com a Resolução CONAMA n° 237/97, em seu Artigo 1º, o licenciamento ambiental é o:

Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e reguladores e as normas técnicas aplicáveis ao caso (Livro Resolução CONAMA n° 237/97, p.644).

Segundo Almeida (2009; p.34), o aproveitamento mineral através do regime de licenciamento independe de prévios trabalhos de pesquisa e é facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem dele tiver expressa autorização, ficando o autorizado obrigado a pagar ao detentor da propriedade renda por ocupação do terreno e indenização pelos danos ocasionados ao imóvel, em decorrência dos trabalhos de mineração.

O licenciamento é o registro de licença expedido pela Prefeitura Municipal onde se situa a jazida, que será entregue ao DNPM. não havendo o Registro de Licença no DNPM

com a concomitante apresentação da licença de instalação, o interessado não poderá iniciar os trabalhos de lavra.

Além disso, é de responsabilidade das prefeituras Municipais, exercer a vigilância para assegurar que o aproveitamento da substância mineral só tenha seu início após a publicação no Diário Oficial da União.

O DNPM exige que a licença expedida pela prefeitura conste: nome do licenciado, localização, município e estado em que se encontra o jazimento, substância mineral licenciada, área licenciada, em hectares, e prazo, data de expedição e número da licença. Em 2006 o mesmo órgão instituiu a obrigatoriedade de pré-requerimento eletrônico de direitos minerários disponível no site do DNPM na internet, para poder obter o alvará de pesquisa e de registro de licenciamento.

Em casos de empreendimentos de mineração com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, a competência para efetuar o licenciamento ambiental é do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA), órgão federal vinculado ao Ministério do Meio Ambiente. O Estado pode ainda delegar esta competência ao município, quando este possuir estrutura técnica adequada e os impactos da atividade a ser licenciada compreendem apenas os limites territoriais locais, ou seja, do próprio município. É exatamente assim que ocorre no Município de Eldorado.

Convém ressaltar que o titular do Regime de Licenciamento tem o direito de optar pelos regimes de autorização de pesquisa e concessão de lavra, se for do seu interesse.

### **2.1.3 Legislação ambiental**

Nesta legislação, a mineração é classificada como atividade potencialmente modificadora do meio ambiente. Neste contexto, está sujeita ao processo de licenciamento ambiental e à recuperação de áreas degradadas.

Portanto, para liberação do licenciamento ambiental é necessária a apresentação de estudos ambientais que, dependendo dos impactos produzidos, são estudos de forma obrigatória, e são eles: no caso de impactos de forma mais complexa será o EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente; no caso

deforma menos complexa, PCA/RCA – Plano de Controle Ambiental e Relatórios de Controle Ambiental. Porém, em qualquer situação é obrigada a apresentação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

No Estado do Pará, a Secretaria do Estado de Meio Ambiente (SEMA) é o órgão ambiental que compete legislar sobre atividades de lavra mineral. A Lei Estadual nº 5.887/1995 estabelece a política estadual de meio ambiente, visando preservar, conservar, proteger e defender o meio antrópico, artificial e do trabalho, visando assegurar a qualidade ambiental.

No Município de Eldorado, a Lei nº 167/2005, estabelece sobre a política municipal de meio ambiente, sistema, conselho, fundo, controle e licenciamento ambiental e de outras providencias; qualquer atividade que utilize ou explore recursos naturais, que sejam consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os capazes de causar significativa degradação ambiental, sob qualquer forma, deverão prévio licenciamento ambiental junto ao órgão ambiental municipal, no caso a SEMMA.

Segundo o Anexo I, dessa Lei Municipal, a extração de rochas para uso imediato na construção civil (brita ou pedra talhe), precisa ser licenciada, devido ao seu potencial poluidor/degradador, como classifica a Tabela 1.

TABELA 1 - Lei nº 167/2005, Anexo I. Classificação das atividade segundo seu potencial poluidor/degradador

<b>PESQUISA E LAVRA MINERAL</b>		
<b>TIPOLOGIA</b>	<b>POTENCIAL POLUIDOR/DEGRADADOR</b>	
Pesquisa mineral	Pequeno	I
Extração de areia, saibro/argila fora dos recursos hídricos	Médio	II
Extração de rochas para uso imediato na construção civil (brita ou pedra talhe)	Grande	III

Fonte: Prefeitura Municipal de Eldorado do Carajás. Secretaria Municipal do Meio Ambiente (2011).

Para o licenciamento ambiental no âmbito municipal exige-se a apresentação dos seguintes estudos ambientais realizados: Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA); Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e/ou do Plano de Controle Ambiental (PCA) elaborado por profissional habilitado, junto a SEMMA.

Resumidamente a Tabela 2 mostra quais as etapas e documentos necessários para o Licenciamento Ambiental de um empreendimento de mineração de substancia de uso imediato na construção civil em Eldorado.

TABELA 2 - Documentação exigida Lei nº 167/2005

TIPO DE LICENÇA	DOCUMENTOS NECESSÁRIOS	VALIDADE
<p>LICENÇA PRÉVIA - LP (fase de planejamento e viabilidade do empreendimento)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimento da LP;</li> <li>- Cópia da publicação do pedido da LP;</li> <li>- Estudo Ambiental (EIA-RIMA, RCA ou RAS);</li> <li>- Comprovante de recolhimento da taxa ambiental ao Fundo Municipal de Meio Ambiente FMA;</li> <li>- RG, CNPJ/MF se pessoa física ou, contrato social registrado ou ata de eleição da atual diretoria e CNPJ/MF, se pessoa jurídica;</li> </ul>	<p>1 ano, podendo ser prorrogado 5 anos</p>
<p>LICENÇA DE INSTALAÇÃO - LI (fase de desenvolvimento da mina, de instalação do complexo minerário, inclusive da usina, e implantação dos projetos de controle ambiental)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimento de LI, conforme anexo;</li> <li>- Cópia da publicação da LP;</li> <li>- Cópia da publicação do pedido de LI;</li> <li>- Licença da Prefeitura Municipal</li> <li>- Plano de Controle Ambiental PCA com respectiva anotação de responsabilidade técnica ART ou equivalente, ou outro que couber;</li> <li>- Licença de desmatamento, expedida pelo órgão competente, quando for o caso;</li> <li>- Comprovante de recolhimento da taxa ambiental ao Fundo Municipal de Meio Ambiente FMA;</li> <li>- RG, CNPJ/MF se pessoa física ou, contrato social registrado ou ata de eleição da atual diretoria e CNPJ/MF, se pessoa jurídica;</li> </ul>	<p>2 anos, podendo ser requerida sua prorrogação por igual período, em uma única vez</p>
<p>LICENÇA DE OPERAÇÃO - LO (fase de lavra, beneficiamento e acompanhamento de sistemas de controle ambiental)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimento de LO;</li> <li>- Cópia da publicação do pedido de LO;</li> <li>- Cópia da publicação da concessão de LI;</li> <li>- Cópia da publicação do pedido de LO;</li> <li>- Cópia do Registro de Licenciamento.</li> <li>- Comprovante de recolhimento da taxa ambiental ao Fundo Municipal de Meio Ambiente FMA;</li> <li>- Declaração (ões) do responsável (is) técnico(s) pelo plano de controle ambiental de que os projetos foram implantados em conformidade com o aprovado na fase de LI acompanhada da ART de Execução do projeto;</li> </ul>	<p>1 ano, podendo ser renovada por igual período</p>

Fonte: Prefeitura Municipal de Eldorado do Carajás. Secretaria Municipal do Meio Ambiente (2011).

## 2.2 CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993a) define agregado como material natural, de propriedades adequadas ou obtidos por fragmentação artificial de pedra, de dimensão nominal máxima inferior a 100 mm e de dimensão nominal mínima igual ou superior a 0,075 mm, como ilustra a Tabela 3.

TABELA 3 - Terminologia utilizada pela NBR 7225

<b>Nomenclatura</b>	<b>Definição</b>
Agregado graúdo	Pedra britada, brita ou pedregulho muito grosso, grosso e médio, de dimensões nominais compreendidas entre 100 e 4,8 mm
Agregado miúdo	Pedregulho fino, pedrisco grosso, médio e fino, areia grossa, média e fina, de dimensões nominais compreendidas entre 4,8 e 0,075 mm
Pedra britada	Material proveniente de britagem de pedra, de dimensão nominal máxima inferior a 100 mm e de dimensão nominal mínima igual ou superior a 4,8 mm
Pedrisco	Material proveniente de britagem de pedra, de dimensão nominal máxima inferior a 4,8 mm e de dimensão nominal mínima igual a 0,075 mm
Areia	Material natural de propriedades adequadas, de dimensão nominal máxima inferior a 2,0 mm e de dimensão nominal mínima igual ou superior a 0,075 mm
Pó de pedra	Material proveniente de britagem de pedra, de dimensão nominal máxima inferior a 0,075 mm

Fonte: ABNT (1993a).

Para Bauer (1995), agregado é um material particulado, sem forma definida, incoeso e de atividade química praticamente inerte, constituído de mistura de partículas cobrindo extensa gama de tamanhos.

Neste sentido, os agregados podem ser classificados quanto a sua origem, a dimensão dos grãos e a massa específica.

### a) Quanto a sua origem

- Naturais – São todos aqueles provenientes de jazidas naturais, tais como: depósitos fluviais de areia, cascalho e seixos areia de mina, pedreiras de rochas de diversos tipos (gnaisse, granito, calcário, basalto, etc.), estes utilizados em suas formas e dimensões originais ou sofrendo trituração mecânica e classificação através de instalação de britagem. Alguns autores consideram a pedra britada como sendo artificial, por ter sofrido modificações em suas dimensões através de britagem.

- Artificiais – Agregados obtidos através de produtos ou processos industriais, tais como: argila expandida, escória de alto-forno, vermiculita, limalhas, etc.

#### **b) Quanto a sua dimensão**

O modo mais comum de se classificar os agregados quanto a suas dimensões, baseia-se na composição granulométrica. Segundo a ABNT (1993a), norma que regulamenta a classificação quanto aos tamanhos dos grãos existente num agregado, pode-se classifica-los como sendo:

- Miúdos – areias de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambos, cujos grãos passam pela peneira de abertura de 4,8 mm e ficam retidos na peneira de abertura de 0,075 mm.
- Graúdos – pedregulhos ou brita proveniente de rochas estáveis ou misturas de ambos, cujos grãos passam pela peneira de abertura de 100 mm e ficam retidos na peneira de abertura de 4,8mm. Comercialmente pode-se classificar os agregados graúdos (brita) segundo sua bitola em britas 0, 1, 2, 3 e 4.

#### **c) Quanto a sua massa**

A relação entre a massa de um determinado agregado e o volume ocupado por seus grãos, incluindo os vazios, é denominada massa unitária – equivalente à massa específica solta. Através da massa unitária podem-se classificar os agregados em:

- Leves – massa unitária menor que  $1 \text{ t/m}^3$  (Ex.: pedras pomes, escória, vermiculita, argila expandida, etc.)
- Normais – massa unitária entre 1 e  $2 \text{ t/m}^3$  (Ex.: cascalhos, areias, britas ganisse, granito, calcário, etc.)
- Pesados – massa unitária superior a  $3 \text{ t/m}^3$  (Ex.: hematita, Magnesita, etc.)

## 2.3 PEDREIRAS

Conforme Borges (2009), a mineração é uma atividade de lavra e de beneficiamento de minérios, que pode ser classificada em três grupos: mineração empresarial ou industrial, de grande porte; mineração de uso social, de menor porte, tais como as pedreiras, portos de areia e as lavras de argila; e os garimpos, que são atividades extrativas informais, manuais ou mecanizadas.

No texto, quase sempre o termo pedreira é usado com o significado de mina.

Segundo Hennies (2005), a pedreira é um caso particular de escavação a céu aberto, está associada à natureza do produto explorado (rocha para brita), o qual é extraído, beneficiado e utilizado sem que ocorram transformações químicas.

Ainda, segundo Hennies (2005), a denominação pedreira deriva da obtenção de paralelepípedos, ou pedras devidamente aparadas da rocha, sendo a melhor diferenciação entre pedreira e mina a que é sugerida por Nichols (1956) *apud* Hennies (2005), “pedreira é uma mina a céu aberto em rocha escolhida pelas características físicas antes que químicas”.

Hennies (2005) comenta: “rocha em engenharia é definida como um agregado de partículas minerais ligadas por fortes e permanentes forças de coesão” e:

“Rocha em geologia é definida como material que forma a parte essencial da crosta terrestre, inclui massa solta e incoerentes, tais como areias, cascalhos, argilas e cinzas vulcânicas, bem como massa sólidas muito consistentes de granitos, arenitos, calcário entre outras. A maioria das rochas é um agregado de um ou mais minerais, mas algumas são compostas inteiramente de material vítreo ou mistura de vidro e minerais.”

E continuando:

“o termo pedra é em geral aplicado para fragmento retirado da natureza, onde seu emprego ou uso é primordial, enquanto rocha tem a conotação de materias *in situ*, relacionando à origem ou formação do depósito. Pedra é um conceito primitivo que está associado a uma dimensão.”

Apesar da relativa abundância da ocorrência desse tipo de rocha, Bacci (2006) ressalta que a proximidade das pedreiras de brita com os centros urbanos é decorrência natural da forte influência do custo do transporte no preço final do produto. Ou seja, produto final, a pedra britada, tem um baixo valor agregado e, por isso, o custo com transporte impacta no preço final do produto pago pelo usuário.

### 2.3.1 Lavra e tratamento

Para Frazão (2003), a lavra de brita é feita a céu aberto, em meia encosta, e as operações se iniciam com a execução do plano de fogo para desmonte primário (perfuração + detonação por explosivos), que fragmenta cada trecho das bancadas da frente de lavra. Em seguida, realiza-se o carregamento dos fragmentos rochosos com pás-carregadeiras em caminhões, que depositam o material em locais junto às instalações de britagem. Todo o material é transportado diretamente até os britadores primários.

De acordo com mesmo autor, as operações de beneficiamento são puramente mecânicas e consistem em britagem primária, secundária e rebitagem em uma ou duas etapas (britagem terciária e quaternária), que pode ser realizada a seco ou a úmido. O britador primário faz a fragmentação dos matacões, e neste ponto pode ou não ocorrer lavagem da pedra, para a diminuição de material pulverulento durante a cominuição e classificação da rocha.

A Figura 1 apresenta um esquema simplificado das principais operações de um CBP (Ciclo Básico de Produção) típico de uma pedreira, cujos produtos finais correspondem àqueles usualmente comercializados para atender ao mercado consumidor de rocha britada.

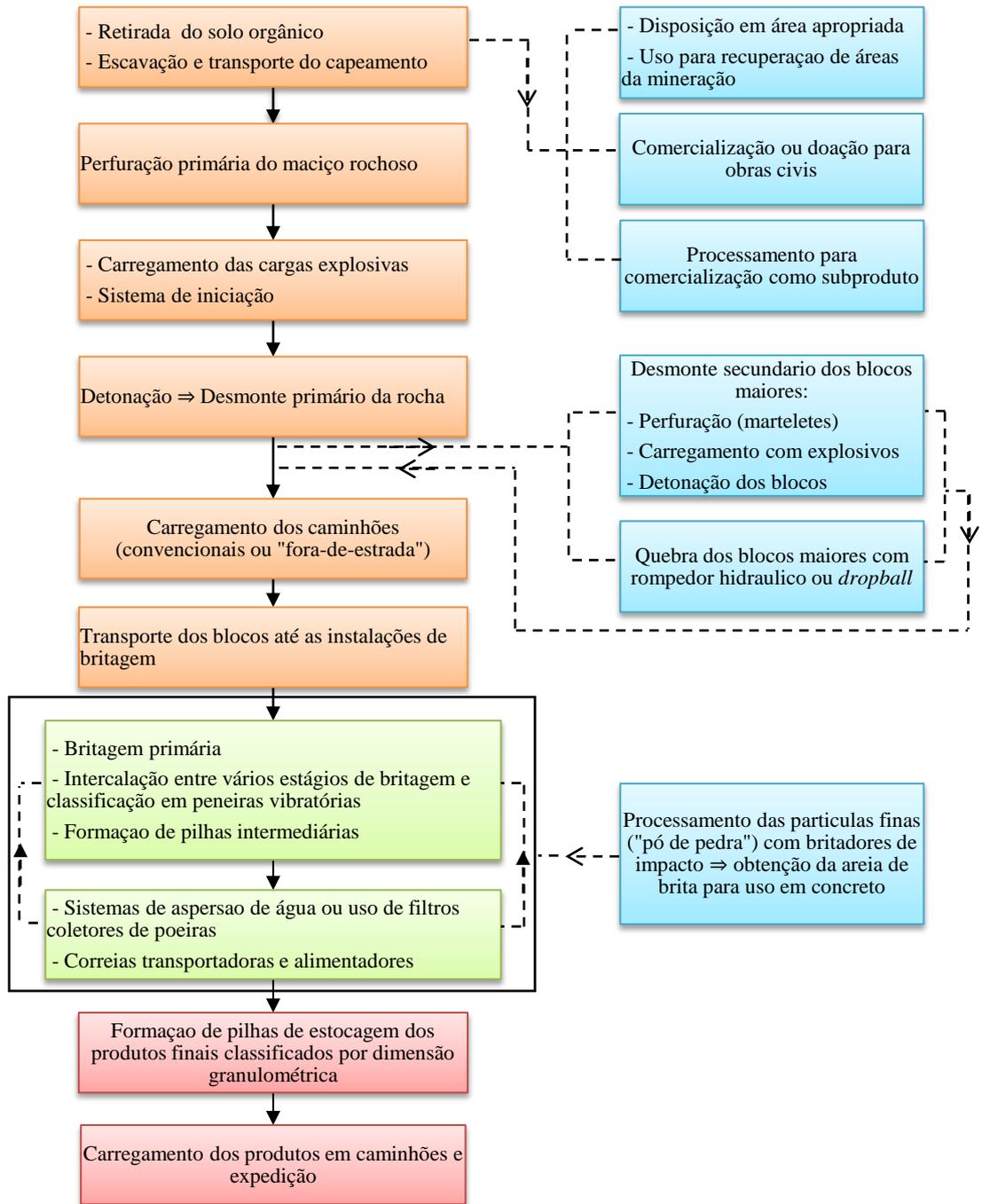


FIGURA 1 - Modelo de ciclo básico de uma Pedreira.

Fonte: Carlos, L, Sintoni, A. 2003, p.82

### 2.3.1 Brita

Segundo a definição de Sintoni (2003), brita é um termo utilizado para denominar fragmentos de rochas duras, originários de processos de beneficiamento (britagem e peneiramento) de blocos maiores, extraídos de maciços rochosos (granito, gnaiss, basalto, calcário) com auxílio de explosivos. Trata-se de um material de uso amplo e diversificado na indústria da construção civil em aplicações como: concreto, pavimentação, edificações, obras civis (ferrovias, túneis, barragens), obras de infraestrutura (saneamento básico).

Já de acordo com Petrucci (1981), denomina-se brita fragmentos de rochas duras ou semiduras representadas por granitos, gnaisses, basaltos, diabásios, migmatitos, gabros, calcários e dolomitos, dentre outras, que, após o desmonte por explosivos, passam por processos de beneficiamento (britagem e peneiramento), podem ser misturados com outros insumos (cimento, areia, etc.) e utilizados na construção civil.

De acordo com o DNPM e com a Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção (ANEPAC), sob a denominação de brita exploram-se diversos tipos de rochas. Atualmente a origem das rochas exploradas no Brasil é a seguinte: granito e gnaiss; calcário e dolomito e basalto e diabásio, conforme demonstra o gráfico da Figura 2.

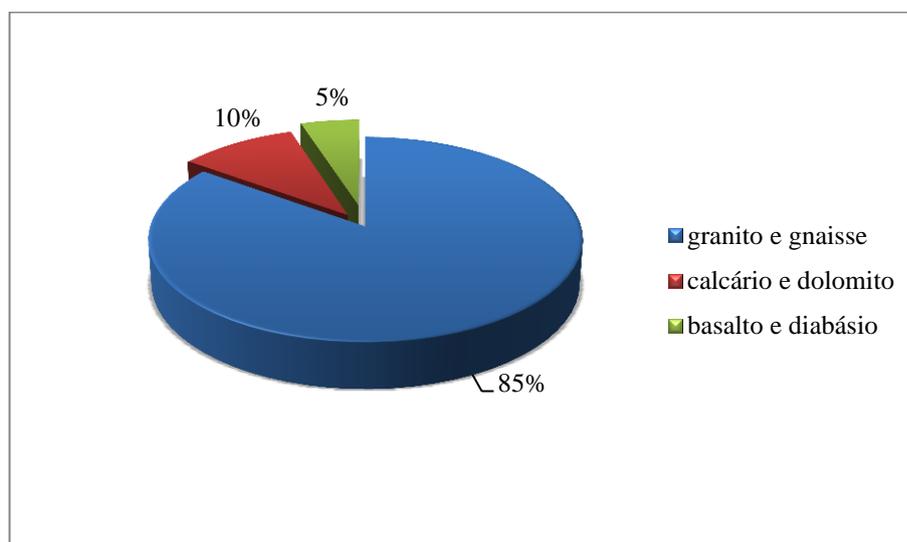


FIGURA 2 - Tipos de rochas exploradas no Brasil para obtenção de brita.

Fonte: ANEPAC, 2004.

As especificações da brita variam segundo o setor de sua aplicação na indústria de construção civil, que pode ser: concreto, pavimentação, obras civis (ferrovias, túneis, barragens), obras de infra-estrutura (saneamento básico), dentre outras. As propriedades

principais são aquelas que definem as características físicas (dureza, resistência a várias solicitações, densidade, porosidade, etc.), químicas (reatividade) e mineralógicas (tipo de rocha fonte, minerais constituintes, etc.). Existem normas da ABNT para especificar as britas de acordo com suas aplicações. A Tabela 4 mostra a classificação e os usos principais das britas.

TABELA 4 - Classificação e uso das britas

Brita	Tamanho (mm)		Uso geral
	Mínimo	Máximo	
1	4,8	12,5	Estrutura de concreto armado
2	12,5	25	
3	25	50	
4	50	76	Pavimentação, macadames hidráulico ,gabiões
5	76	100	Lastro para estrutura de concreto armado, preenchimento de gabiões, concreto
Pedrisco	0,07	4,8	Concreto asfáltico, artefato de concreto, blocos e guias
Pó de brita	-	-	

Fonte: Carlos, L, Sintoni, A. 2003, p.12

## 2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELA MINERAÇÃO

Se por um lado a mineração exerce um impacto positivo sobre a sociedade e economia, através da geração de empregos diretos e indiretos, impostos e *royalties*, por outro provoca impactos negativos ao meio ambiente, principalmente sobre os meios físico, biótico e socioeconômico.

Segundo o conceito clássico e legal definido pela Resolução CONAMA (nº01, 1986), em seu Art. 1º, “considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: (i) a saúde, a segurança e o bem estar da população; (ii) as atividades sociais e econômicas; (iii) a biota; (iv) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e (v) a qualidade dos recursos ambientais.”

Outra definição de impacto ambiental é dada por Pedroso (2010) *apud* NBR ISSO 14.001, “é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”. Já para Borges (2009), impacto ambiental pode ser definido como a diferença entre a situação do meio

ambiente, tal como resultará depois da realização do projeto e a situação futura desse meio, sem a realização desse projeto.

A definição de aspecto ambiental também é dada por Pedroso (2010), diz que se trata de um “elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”.

Os impactos ambientais causados pela atividade de mineração ocorrem desde o estágio inicial da exploração mineral e aumentam progressivamente com o desenvolvimento e lavra da mina e podem continuar mesmo após a desativação das atividades (Cassiano, 1996).

A Tabela 5 apresenta os principais impactos causados pela mineração, analisados qualitativamente e genericamente, na qual são descritos os principais impactos causados sobre cada fator ambiental para os diferentes meios: físico, biótico e socioeconômico. A referida tabela contempla os potenciais ou reais impactos que podem ser provocados nas várias etapas da vida dos empreendimentos mineiros.

Segundo Bitar (1997), as principais alterações causadas pela atividade de mineração podem ser resumidas em: supressão vegetal, reconfiguração de superfícies topográficas, impacto visual, aceleração de processos erosivos; indução de escorregamento, modificação de cursos d'água, aumento da emissão de gases e partículas em suspensão no ar, aumento de ruídos; ultralanchamento, sobrepressão atmosférica, vibração do solo e geração de áreas degradadas. Algumas alterações socioeconômicas podem ser citadas, tais como: mudança do uso de solo, aumento da demanda de trabalho, aumento da circulação de veículos pesados (transtorno ao tráfego), aumento da arrecadação de impostos, etc.

Já conforme Taveira (1997), a extensão e os impactos causados ao meio ambiente por uma atividade de mineração estão diretamente relacionados com o porte do empreendimento, a localização, as características sociais e ambientais do entorno, as propriedades da jazida e as tecnologias de lavras e tratamentos utilizados.

TABELA 5 - Impactos ambientais da mineração

ETAPA	MEIO	VARIÁVEL	OPERAÇÃO UNITÁRIA	IMPACTOS
<b>EXPLORAÇÃO</b>	Físico	Recursos Hídricos	Sondagens	Possibilidade de interligação de aquíferos Possibilidade de contaminação de aquíferos
			Aberturas de acessos e picadas	Aumento dos índices de turbidez e possibilidade de instalação de processos erosivos
			Uso de maquinário	Contaminação por óleos e graxas
		Atmosfera	Sondagens	Poeiras, gases e ruídos
			Aberturas de acessos e picadas	
			Uso de maquinário	
	Solo	Sondagens	Instalação de processos erosivos	
		Aberturas de acessos e picadas		
		Uso de maquinário		
	Biótico	Flora	Sondagens	Supressão de vegetação Retirada da camada fértil do solo
			Aberturas de acessos e picadas	
			Uso de maquinário	
Fauna		Sondagens	Afugentamento das espécies	
Socioeconômico	População	Sondagens	Alteração da qualidade ambiental (poeiras, gases e ruídos) Impacto visual Problemas de saúde Riscos de acidentes	
		Aberturas de acessos e picadas		
		Uso de maquinário		

ETAPA	MEIO	VARIÁVEL	OPERAÇÃO UNITÁRIA	IMPACTOS
ATIVIDADE DE LAVRA DA MINA	Físico	Recursos Hídricos	Transporte de partículas finas das áreas decapeadas pelas águas pluviais	Aumento dos índices de turbidez e possibilidade de instalação de processos erosivos Alteração do regime de escoamento superficial Alteração da qualidade da água Alteração dos níveis do lençol freático Diminuição da umidade do solo
			Desmonte, corte dos taludes e bancadas	Alteração dos aquíferos e dos regimes hidrológicos subterrâneos
		Atmosfera	Transporte eólico de particulados	Geração de poeiras e gases de motores
			Desmonte, corte dos taludes e bancadas Pilha de estéril	Geração de gases explosivos Ruídos Vibrações
		Solo	Decapeamento	Perda da fertilidade e processos erosivos
			Efluente da mina	Contaminação do solo, em caso de drenagem ácida
	Biótico	Flora	Desmonte e carregamento	Contaminação por óleos e graxas Vibrações no terreno
			Decapeamento	Supressão de vegetação Retirada da camada fértil do solo
			Movimentação de máquinas	Dificuldade de crescimento vegetal
		Fauna	Decapeamento	Alteração dos <i>habitats</i>
			Desmonte e carregamento	Alteração do ecossistema (aquáticos e terrestres)
			Movimentação de máquinas	Afugentamento das espécies
Socioeconômico	População	Decapeamento Desmonte, corte dos taludes e bancadas Efluentes da mina Geração de poeiras e gases Geração de ruídos e vibrações	Alteração do uso do solo Alteração da qualidade das águas Impacto visual Problemas de saúde Alteração da qualidade ambiental (poeiras, gases, e ruídos)	

ETAPA	MEIO	VARIÁVEL	OPERAÇÃO UNITÁRIA	IMPACTOS	
<b>DESATIVACÃO</b>	Físico	Recursos Hídricos	Mina, usina, pilha de estéril e depósito de rejeito	Assoreamento Aumento dos índices de turbidez Contaminação de corpos d'água	
		Atmosfera	Demolição de prédios e estruturas	Geração de poeiras e ruídos	
		Solo	Mina, usina, pilha de estéril e depósito de rejeito	Erosão Contaminação de corpos d'água	
	Biótico	Flora	Mina, usina, pilha de estéril e depósito de rejeito	Prejuízo devido à poeira Contaminação por possível lixiviação	
		Fauna	Mina, usina, pilha de estéril e depósito de rejeito	Contaminação por possível lixiviação	
	Socioeconômico	População		Contaminação da água e solo	Restrições de uso Problemas de saúde
				Mina, usina, pilha de estéril e depósito de rejeito	Alteração da qualidade ambiental (poeiras, gases e ruídos) Impacto visual Restrições de uso do solo Risco de acidentes (barragens, pilhas de estéril)
				Abandona da cidade	Cidade fantasma Desemprego Perda de arrecadação

Fonte: Adaptado de CASSIANO (1996).

## 2.5 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

Segundo Sánchez (2006), a identificação dos impactos é a descrição das consequências esperadas de um determinado empreendimento e dos mecanismos pelos quais se dão as relações de causa e efeito, a partir das ações modificadoras do meio ambiente que compõem tal empreendimento.

A Avaliação de Impacto Ambiental permite que sejam caracterizadas todas as atividades impactantes e os fatores ambientais que podem sofrer impactos dessas atividades, os quais podem ser agrupados nos meio físicos, bióticos e antrópicos, variando com as características e fases dos referidos projetos. Neste contexto, entendem-se como atividades impactantes e fatores ambientais:

Atividades Impactantes - “Ações necessárias para se implantar e conduzir os empreendimentos impactantes” (Cassiano, 1996).

Fatores Ambientais - “Fatores que determinam as condições ecológicas no ecossistema” (Sánchez, 2006).

Fatores Ambientais – “Designa elementos ou componentes do ponto de vista de sua função específica no funcionamento do sistema ambiental” (Sánchez, 2006).

O termo “Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)” possui diversos sentidos, mostram diferentes metodologias, procedimentos ou ferramentas empregadas por agentes públicos e privados na área do planejamento e gestão ambiental. São utilizados para descrever os impactos ambientais oriundos dos projetos de engenharia, de obras ou qualquer atividade humana, como também os impactos que ocorram no passado ou que estão ocorrendo no presente (Sánchez, 2006).

Para Laia, 1999 (*apud* Sánchez, 2006, p.39) a avaliação de impacto ambiental é “um processo sistemático de identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos relevantes de ordem biofísica, social ou outra atividade”.

De acordo com Santos (2006), a avaliação de impacto ambiental é um instrumento formado por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar, desde o início do processo, que se faça um estudo dos impactos de uma ação proposta e de suas alternativas, bem como sobre a qualidade ambiental e os recursos naturais.

Segundo este mesmo autor, todo processo produtivo gera produtos e subprodutos, portanto, é de extrema importância realizar uma análise dos impactos ambientais como um

processo técnico qualitativo e quantitativo, a fim de se avaliar e caracterizar os efeitos destes impactos no meio ambiente.

Assim, sugere-se a avaliação dos aspectos e impactos ambientais a fim de se chegar a uma melhor interpretação e agregação da análise dos mesmos, delimitando valores referentes aos danos ambientais. Inclui-se também uma análise de melhoria, na qual, as opções para reduzir impactos ou cargas do sistema em estudo são identificadas e avaliadas (Santos, 2006, p.23).

### **2.5.1 Métodos de avaliação de impactos ambientais**

Para poder entender os métodos aplicados à avaliação de impactos ambientais, primeiramente é necessário conhecer o significado do que é aspecto e do que é impacto ambiental (subseção 2.4).

Dessa forma, com o conhecimento adquirido quanto aos termos citados na subseção 2.4, podem ser citados os diversos métodos de avaliação dos impactos ambientais. As linhas metodológicas de avaliação são mecanismos utilizados para comparar, organizar e analisar informações sobre os impactos ambientais de uma proposta (Almeida; Bastos, 2002).

Santos (2004) contempla o assunto dizendo que a caracterização e o julgamento do significado dos impactos ambientais são feitos a partir da atribuição de valores construídos dentro de uma lógica definida pela equipe de planejamento. E este processo deve ser sistematizado e deve considerar: “o tipo de agente. O tipo de dano, a qualificação de cada tipo e, se possível, sua quantificação.” Sendo que para isso, é necessário que a equipe estruture uma metodologia clara a fim de atingir os objetivos propostos.

Seiffert (2007) através da Tabela 6, faz uma síntese e comparação dos principais métodos de avaliação de impactos ambiental.

TABELA 6 - Síntese e comparação dos principais métodos de AIA.

Tipo de Método	Breve descrição	Aplicação	Vantagens	Desvantagens	
Ad Hoc	Reunião de especialistas Criação de grupo de trabalho com profissionais de diversas disciplinas	Avaliações em tempo curto e quando há carências de dados A legislação vigente no país não permite sua utilização como método de AIA	Rapidez e baixo custo	Não promovem análise sistemática dos impactos Resultados com alto grau de subjetividade e fundamento técnico-científico deficiente	
Listagens de controle	Simples	Lista de fatores ambientais, às vezes associados a parâmetros de ações do projeto	Diagnostico ambiental da área de influencia	Ajudam a lembra de todos os fatores ambientais que podem ser afetados, evitando omissões de impactos ambientais relevantes	Não identificam impactos diretos ou indiretos Não consideram características temporais dos impactos, nem espaciais Não analisam as interações dos fatores ou dos impactos ambientais Não consideram a dinâmica dos impactos ambientais Quase nunca indicam a magnitude dos impactos, substituindo-a por símbolos Resultados subjetivos
	Descritivas	Lista mais orientação para análise dos impactos (fonte de dados), técnicas de previsão; questionários	Diagnostico ambiental da área de influência; análise dos impactos		
	Escalares	Listas mais escalas de valores para fatores e impactos ambientais	Diagnostico ambiental; comparação de alternativas		
	Escalares ponderadas	Como as escalares, incorporando o grau de importância dos impactos	Diagnostico ambiental; valorização dos impactos; comparação de alternativas		
Matrizes	Listagem de controle bidimensional dispostas na forma de linhas e colunas. Em uma das linhas são elencadas as principais atividades ou ações que compõem o empreendimento analisado e na colunas são apresentados os principais componentes ou elemento do sistema ambientais, ou ainda processos ambientais. Objetivo é identificar as interações possíveis entre os componentes do projeto e o elemento do meio; cada célula de interseção representa a relação causa e efeito geradora do impacto	Identificação dos impactos ambientais diretos	Boa disposição visual do conjunto de impactos diretos Simplicidade de elaboração Baixo custo	Não identificam impactos diretos Não consideram características espaciais dos impactos Subjetividade na atribuição da magnitude usando valores simbólicos para expressa-la Não atendem às demais etapas do EIA Não consideram a dinâmica dos sistemas	

<b>Redes de Interação</b>	Gráfico ou digrama representando cadeias de impacto geradas pela ações do projeto	Identificação dos impactos ambientais diretos e indiretos (secundários e terciários etc.)	Abordagem integrada na análise dos impactos e suas interações Facilidade de troca de informações entre disciplinas	Não destacam importância relativa dos impactos Não consideram aspectos temporais e espaciais dos impactos Não atendem às demais etapas de EIA Não preveem cálculo da magnitude Não consideram a dinâmica dos sistemas ambientais
<b>Superposição de Cartas</b>	Preparação de cartas temáticas em transparência; síntese das interações dos fatores ambientais por superposição das cartas ou processamento no computador	Projetos lineares - escolha de alternativas de menor impacto Diagnostico ambientais	Boa disposição visual dos mapeáveis	Subjetividade dos resultados Não quantifica a magnitude dos impactos Não admite fatores ambientais, não mapeáveis; difícil integração de impactos socioeconômicos Não atende às demais etapas do EIA Não considera a dinâmica de sistemas ambientais
<b>Modelos de simulação</b>	Modelos matemáticos computadorizados que representam o funcionamento dos sistemas ambientais	Diagnostico e prognóstico da qualidade ambiental da área de influência Comparação de alternativas de cenários Projetos de grande porte	Considera a dinâmica dos sistemas ambientais, interação entre fatores e impactos, variáveis temporal. Promovem troca de informações e interações das disciplinas Tratamento organizado de grande número de variáveis qualitativa e quantitativa	Representação imperfeita de qualidade Custo elevado Uso de computadores

Fonte: Seiffert, 2007. P. 168-170.

Ribeiro (2004) diz que, independente da metodologia seguida, a identificação dos impactos deve ser considerada para todos os componentes do meio ambiente.

Segundo Sell (2006), é necessário fazer a identificação de todos os aspectos para que se possa conhecer a real situação da organização. No levantamento de vem ser consideradas as emissões atmosféricas, os efluentes líquidos, os diferentes tipos de resíduos sólidos, o uso de materiais, os riscos para o ambiente, etc.

Frequentemente, cada organização costuma adotar sua metodologia de avaliação através de adaptações dos modelos citados. Trata-se de selecionar, dentre as inúmeras ações humanas, aquelas que tenham um potencial de causar alterações ambientais significativas.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A Pedreira, empreendimento do grupo BMS – Britamil Mineração Serviço Ltda., está localizada na zona rural do Município de Eldorado do Carajás - PA, mais precisamente na Fazenda Lagoinha, distante aproximadamente 6 km do núcleo urbano do Município e contempla as atividades de lavra, beneficiamento e comercialização de rocha para a produção de britas usadas na construção civil. A localização do Município é mostrada na Figura 3.

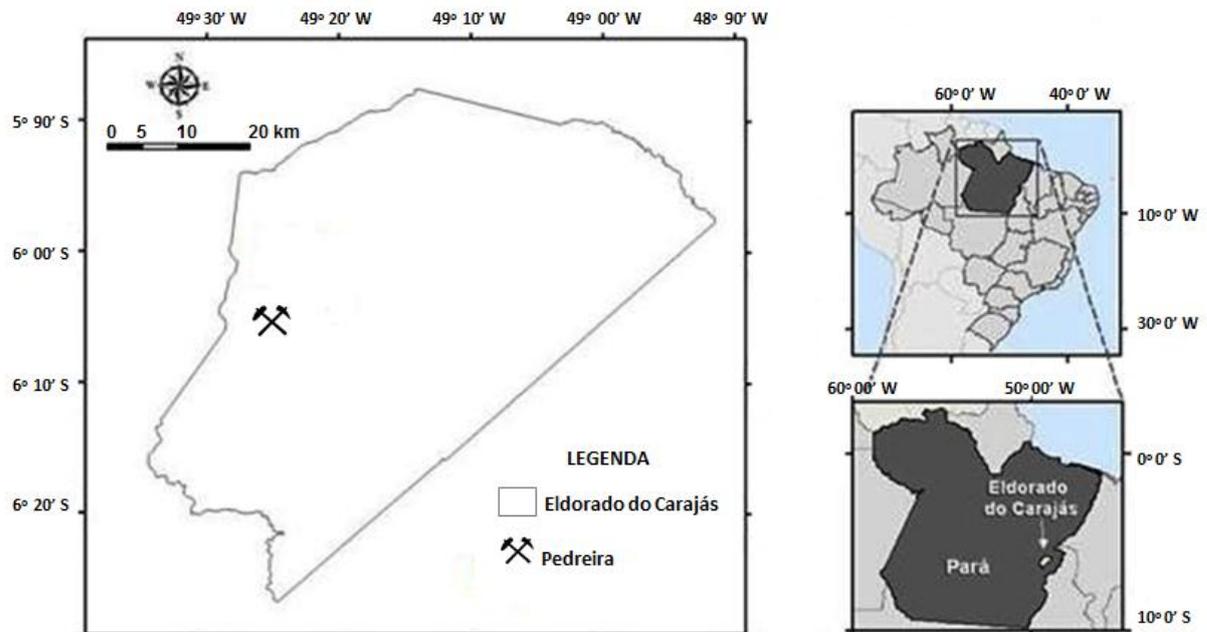


FIGURA 3 - Localização do Município de Eldorado do Carajás - PA.

Fonte: Adaptado - [http://www.cileite.com.br/sites/default/files/Fig1\\_2.jpg](http://www.cileite.com.br/sites/default/files/Fig1_2.jpg)

O acesso à Pedreira é feito pela Rodovia PA 275, sentido Eldorado-Curionópolis, por estrada asfaltada. Até o local onde está sendo feita a lavra e beneficiamento, percorre-se um pequeno trecho encascalhado. A Figura 4 mostra a localização da Pedreira, as poligonais do DNPM para o processo e a mancha urbana do Município.

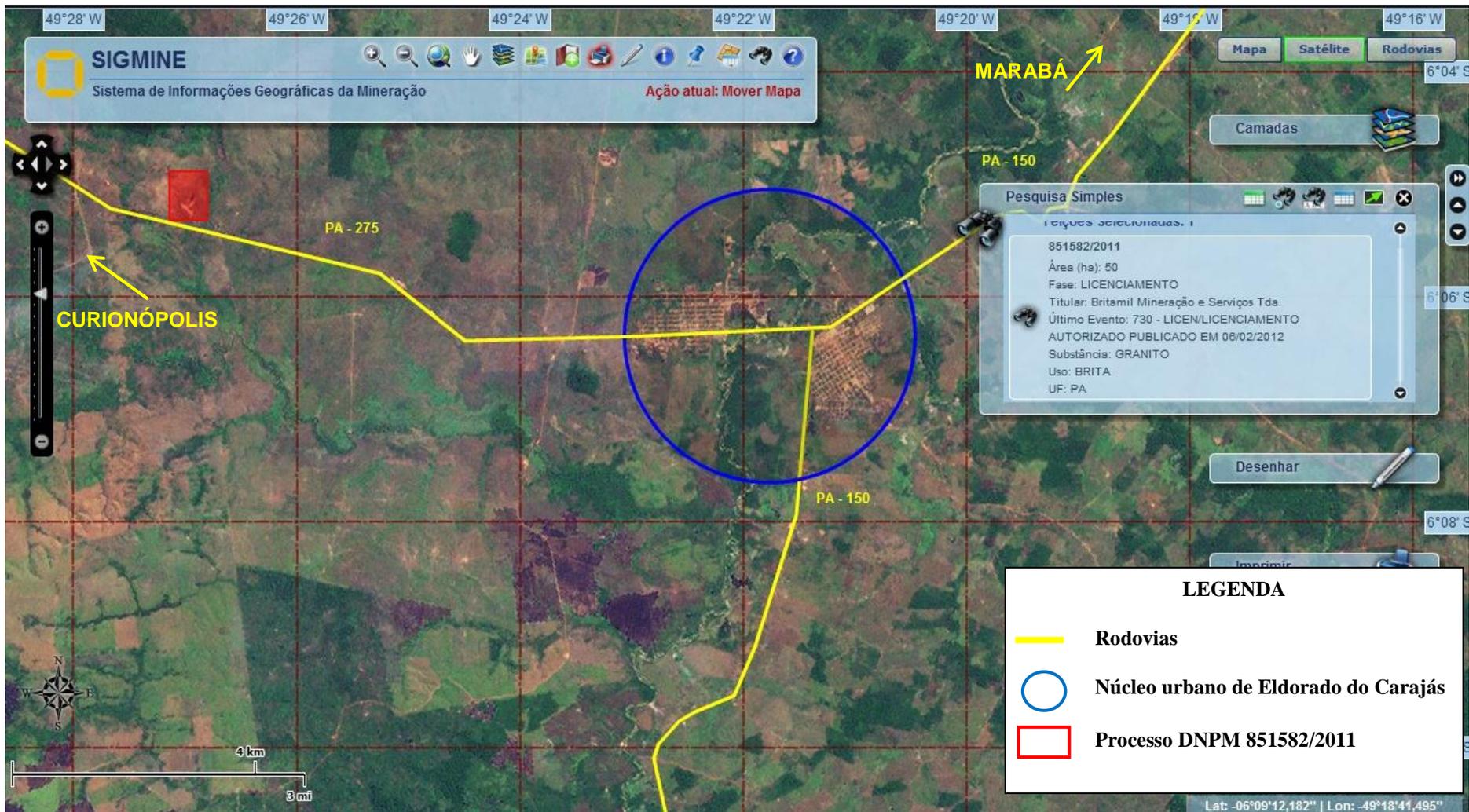


FIGURA 4 - Vista aérea com destaque para a empresa BMS – Britamil e a mancha urbana da cidade de Eldorado do Carajás – PA.  
 Fonte: SIGMINE – DNPM.

### 3.2 CLIMA

O Município apresenta o clima do tipo Am (Classificação de Climática de Köpper), como mostra a Figura 5, estando inserido na categoria de equatorial superúmido, na transição para o tipo Aw. Possui temperatura média anual de 26,3° C, apresentando a média máxima em torno de 32,0° C e mínima de 22,7° C. A umidade relativa é elevada, sendo a média real de 78%. O período chuvoso ocorre, notadamente, de novembro a maio e o mais seco, de junho a outubro, estando o índice pluviométrico anual em torno de 2.000 mm<sup>3</sup>.<sup>1</sup>

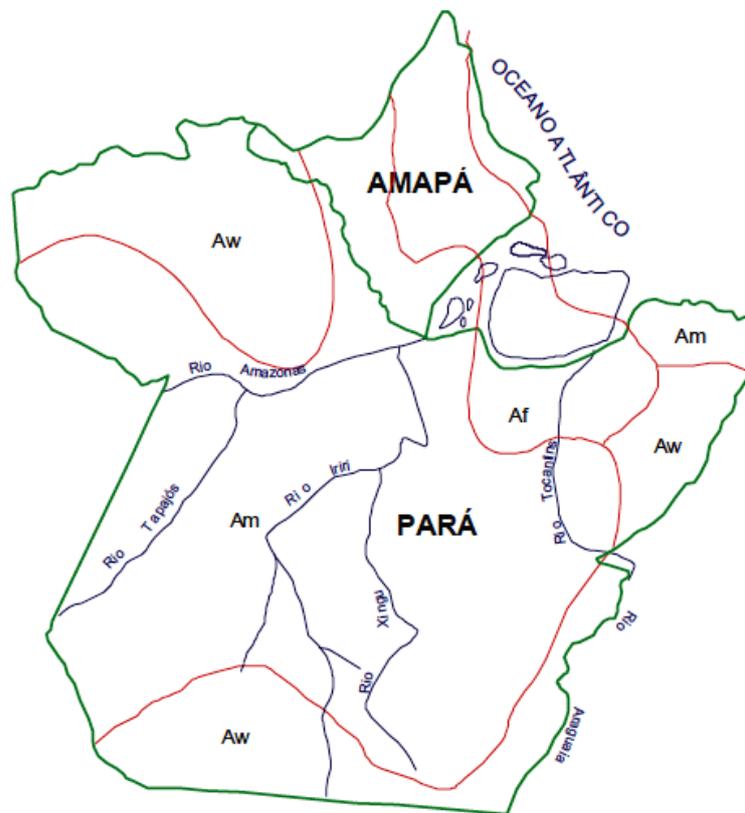


FIGURA 5 - Tentativa de classificação climática, segundo o método de KÖPPEN.  
Fonte: PRIMAZ - Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia.

<sup>1</sup> DAMASCENO, B.C, PEREIRA, M. do S.M. Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia - PRIMAZ. Socioeconômica do Município de Eldorado do Carajás. Texto e Mapas. Belém: CPRM, 1998. il.

### 3.3 VEGETAÇÃO

A vegetação é formada pela Floresta Densa, em relevo aplainado e em relevo acidentado, pela Floresta Aberta Mista e pela Floresta Aberta Latifoliada. Nas áreas desmatadas foram plantadas pastagens destinadas a atividades pecuárias, e ao longo das margens dos rios e igarapés encontram-se pequenas faixas de Floresta de Galeria.

### 3.4 CONTEXTO GEOLÓGICO

No contexto geotectônico regional, o Município de Eldorado do Carajás compreende partes dos Cinturões Itacaiúnas e Araguaia, Intrusões Máficas-Utramáficas do Proterozóico, Intrusões Básicas do Mesozóico e Coberturas Sedimentares Cenozóicas.

O Cinturão Itacaiúnas configura-se como uma ampla zona de cisalhamento composta por metassedimentos, metavulcânicas, gnaisses e granulitos (Araújo, *et al.*, 1991). Este Cinturão inclui unidades rochosas do Complexo Xingu, Gnaisse Estrela, Grupo Rio Novo e Máficas (tipo Santa Inês), como mostra a Figura 6 na página seguinte.

Neste contexto, a área de estudo está inserida dentro deste Cinturão, mais precisamente alocado dentro do Complexo Xingu que ocorre a NW/SW do Município. Este apresenta geralmente morfologia arrasada, com raros morrotes isolados, mantém relação de contato concordante com quase todas as unidades ocorrentes. É cortado pela manifestação plutônica máfica do Proterozóico inferior. Litologicamente é dominado por termos petrográficos extremamente sódicos, mostrando diferentes graus de anizotropia estrutural como consequência das diferentes taxas de deformações superimpostas.

Neste sentido, os principais termos petrográficos caracterizados são: gnaisses granodioríticos, graníticos, dioríticos e tonalíticos ligeiramente migmatizados, metassedimentos e anfíbolitos. Estas rochas são bandadas, de granulação média a grosseira, constituídas à base de plagioclásio, quartzo, biotita, muscovita, hornblenda e actinolita, indicando estabilidade em condições térmicas na faceta anfíbolito, segundo Damasceno, CPRM (1998).

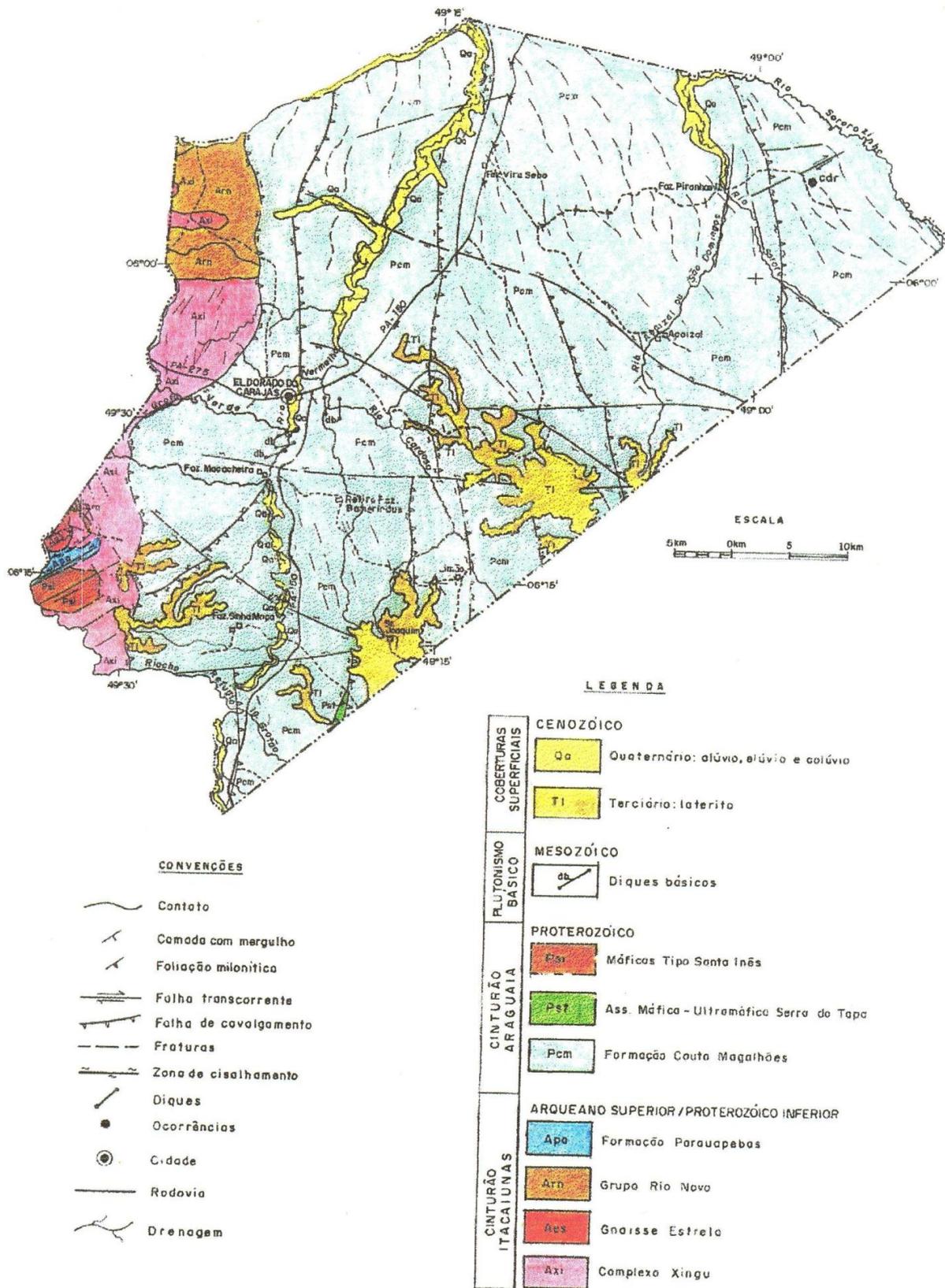


FIGURA 6 - Mapa Geológico do Município de Eldorado dos Carajás.

Fonte: PRIMAZ - Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia.

### 3.5 PROCESSO PRODUTIVO DA PEDREIRA BRITAMIL

O gnaissé é o bem lavrado pela BMS - Britamil Ltda. A rocha possui composição mineralógica constituída por plagioclásio, quartzo (minerais claros e granulares), anfibólio e micas (minerais escuros, alongados e laminares), biotita e muscovita. Estes são estruturados em bandas claras e escuras que formam planos de gnaissificação, resultado da pressão tectônica que provocou o metamorfismo de rochas graníticas (ortognaisses), como mostra a Figura 7.



FIGURA 7 - Foto de uma amostra de rocha gnáissica com bandamento composicional.

O método de lavra é céu aberto, com bancadas com 15 m de altura (Figura 8). As operações auxiliares são, mecanizadas e o desmonte se dá com uso de explosivos.



FIGURA 8 - Foto com detalhe da frente de lavra e decapeamento, Pedreira BMS.

Após decapeamento ocorre o desmonte. Em seguida, o material desmontado é carregado por pás-mecânicas e transportado por caminhões até as instalações de britagem. A etapa do beneficiamento se resume em britagem, peneiramento e transporte do material por correias. A Figura 9 mostra a vista panorâmica da planta de beneficiamento.



FIGURA 9 - Foto da planta de beneficiamento, Pedreira BMS.

A empresa possui equipamentos instalados com capacidade de produção de 20.000 m<sup>3</sup>/mês. Os produtos obtidos e comercializados encontram-se nas diversas granulometrias, como visto na Tabela 7.

TABELA 7 - Especificações dos materiais produzidos na BMS Britamil Ltda

Material	Figura	Granulometria
Pedra de mão		$\geq 19$ mm
Brita 1		9,5 - 19 mm
Brita 0		4,8 - 9,5 mm
Pó de brita		0 - 4,8 mm

Fonte: BMS Britamil Ltda & Autor (2012).

Segundo a gerência da BMS, dentre os principais compradores de seus produtos estão as seguintes empresas: Vale, Colossus, Construflex, JM Construções, CMT Engenharia, CBEMI, etc.

A Figura 10 apresenta o fluxograma que resume o processo de beneficiamento pertencente à empresa e a Tabela 8 identificando seus componentes.

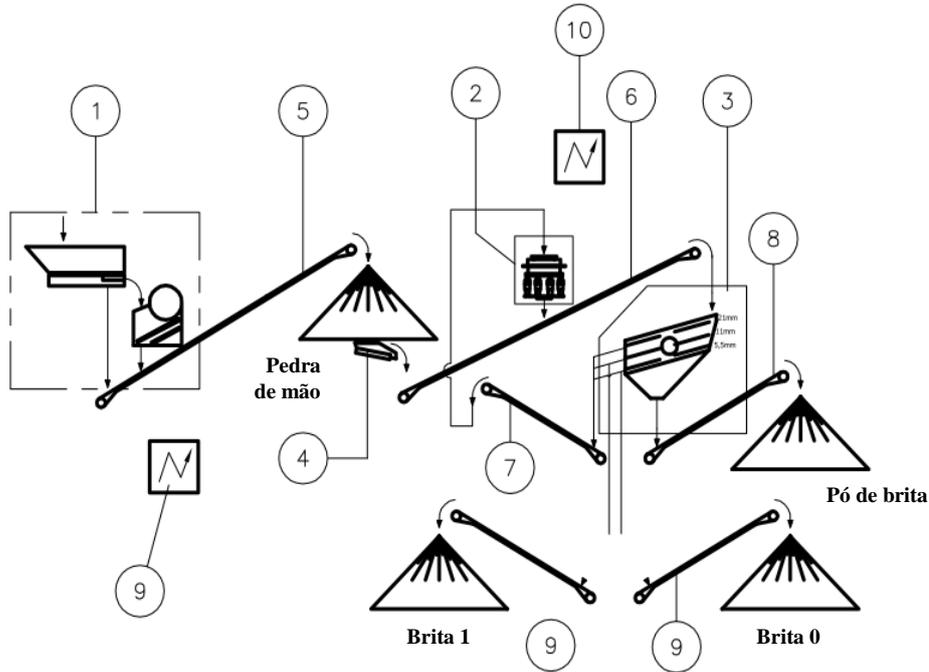


FIGURA 10 - Fluxograma da usina de britagem da BMS – Britamil Ltda.

Fonte: BMS – Britamil, 2012.

TABELA 8 - Legenda

POSICÃO	DENOMINAÇÃO	QUANTIDADE	TIPO
01	CONJ. S. MÓVEL DE BRITAGEM	01	C100/MV40120
	BRITADOR DE MANDÍBULA	01	C – 100
	ALIMENTADOR VIBRATÓRIO	01	MV – 40120
02	CONJ. S. MÓVEL DE REBRIT.	01	AS – 200
	BRITADOR CÔNICO	01	HP – 200
03	CONJ. S. MÓVEL DE PENEIRAM.	01	AS – 655
	PENEIRA VIBRATÓRIA	01	CBS 6'x 16' TD
04	CALHA VIBRATÓRIA	01	CV – 1510
05	TRANSPORTADOR DE CORREIA	01	30'' x 31,5 m
06	TRANSPORTADOR DE CORREIA	01	30'' x 43,6 m
07	TRANSPORTADOR DE CORREIA	01	24'' x 21,6 m
08	TRANSPORTADOR DE CORREIA	01	20'' x 25,5 m
09	TRANSPORTADOR DE CORREIA	02	20'' x 25,5 m
09	QUADRO DE COMANDO PRIMÁRIO	01	380 V – 60 Hz
10	QUADRO DE COMANDO SECUNDÁRIO	01	380 V – 60Hz

Fonte: BMS - Britamil.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **4.1.1 Levantamento bibliográfico**

Foram efetuados levantamentos de bibliografias sobre a mineração de brita de forma específica - leitura de livros, artigos científicos, dissertações, teses e consulta à internet, para entendimento dos métodos de lavra, principais impactos ambientais decorrentes e medidas de controle ambiental, de normas técnicas e de legislações federais, estaduais e municipais.

As bibliotecas do DNPM e CPRM serviram como importantes fontes de dados, através de seus acervos e publicações (texto e base cartográfica, geologia do município e local), que foram fundamentais para a execução desse trabalho.

#### **4.1.2 Trabalho de campo**

Com a finalidade de fundamentar e melhorar o embasamento desse trabalho, com a autorização do proprietário, foram feitas visitas técnicas ao local, colocando-se em prática a fase indutiva da pesquisa, ou seja, aquela baseada nas observações diretas no local. Trata-se da familiarização com o ambiente a ser investigado, permitindo estabelecer as melhores condições de coleta de dados, observação da infraestrutura existente, atividades produtivas, sua localização, aspectos ambientais da região e sua vizinhança.

Neste contexto, as visitas *in loco* e entrevista com encarregado geral (Blaster), tiveram também o propósito de observar as condições de cada área do local de estudo, particularmente quanto aos impactos gerados pela mineradora, com finalidade específica de avaliar e posteriormente montar a matriz de interação de impactos.

### 4.1.3 Definição da metodologia de avaliação dos impactos ambientais

A análise dos impactos ambientais tem função de (1) fornecer um prognóstico da situação futura do ambiente na área de influência do empreendimento; (2) estabelecer uma referência bem fundamentada para a discussão pública do projeto e para seu licenciamento ambiental; e (3) orientar a formulação de medidas mitigadoras, compensatórias e demais elementos do plano de gestão ambiental do empreendimento.

Neste sentido, Para a definição do potencial poluidor de cada atividade, é necessário o conhecimento dos aspectos e impactos de cada atividade do empreendimento. Dessa forma, a metodologia aplicada para esta etapa do trabalho, foi a elaboração de uma Matriz.

Segundo Almeida; Bastos (2002), as matrizes de interações é uma das metodologias de avaliação de impactos. Um dos modelos mais difundidos foi a Matriz de Leopold, que permite identificar os aspectos e impactos de cada atividade, além da atribuição de valores de magnitude e importância a cada tipo de impacto.

A Tabela 9 demonstra a metodologia utilizada.

TABELA 9 - Quadro do modelo de matriz de aspectos e impactos

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS											
IDENTIFICAÇÃO					ANÁLISE						
1. N°	2. Etapa	3. Atividade	4. Aspecto	5. Impacto	6. Orientação	7. Atributos			8. Valor	9. Significância	10. Classificação
						a. Escala	b. Severidade	c. Duração			

Fonte: Redivo, 2008, p. 37, modificado pelo autor.

- 1. Número (N°):** número sequencial do aspecto/impacto ambiental gerado;
- 2. Etapa:** indica a etapa do processo produtivo;
- 3. Atividade:** designa a atividade geradora do aspecto/impacto ambiental;
- 4. Aspecto:** identifica o aspecto ambiental associado à atividade;

**5. Impacto:** identifica o impacto ambiental associado com o aspecto ambiental;

**6. Orientação:** orienta o sentido do impacto, caso positivo (+), benéfico ao meio ambiente ou à saúde humana; caso negativo (-), quando seus impactos forem maléficis;

**7. Atributos:** estabelece atributos para valorização dos impactos associados aos aspectos ambientais. A valorização irá propiciar um critério para priorização das ações necessárias e definição de objetivos e metas ambientais.

**7.1. Atribuição de valores:** para valorizar os impactos ambientais, devem ser estabelecidos os seguintes atributos: Escala, Severidade e Duração.

**a. Escala (quantidade):** Caracteriza a extensão dos impactos ambientais avaliados, conforme a Tabela 10.

TABELA 10 - Escala de acordo com a situação da atividade

Grau	Critério	Peso
Pontual	Se a mudança restringe-se a uma área específica, nos limites da área do empreendimento	1
Local	Se a mudança expande-se para áreas fora dos limites de propriedade do empreendimento, porém limita-se a uma região, ao longo das rodovias de transporte de insumos ou produtos, cuja área de influência esteja relacionada ao limite administrativo municipal	3
Regional	Se a mudança ultrapasse as duas categorias anteriores, podendo-se se alastra para fronteiras amplas e desconhecidas, contaminando lençõs subterrâneos, rios extensa corrente de ar, erosão generalizada	5

**b. Severidade (importância):** Caracteriza a importância das consequências diretas e indiretas que o impacto possa acarretar ao meio ambiente, conforme descrito na Tabela 11.

TABELA 11 - Severidade de acordo com a situação da atividade

Grau	Critério	Peso
Baixa	Se a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; causa danos mínimos, totalmente reversíveis com ações de controle	1
Média	Se a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano;	3
Alta	Se a mudança ambiental causa destruição irreversível da vida animal e vegetal, ou compromete o ser humano em saúde, integridade física ou expectativa de vida; ponha em perigo a vida de seres humanos internos ou externos a empresa	5

**c. Duração (tempo):** Caracteriza o tempo de permanência do impacto ambiental avaliado, conforme descrito na Tabela 12.

TABELA 12 - Duração de acordo com a situação da atividade

<b>Grau</b>	<b>Critério</b>	<b>Peso</b>
Momentâneo	Esporádico, ocasional, ocorrem simultaneamente à ação que o gera	1
Temporário	Frequente, se manifesta durante uma ou mais fase do projeto ou enquanto o empreendimento estiver funcionando	3
Permanente	Para sempre, alteração definitiva de um componente do meio ambiente ou alteração que tem duração indefinida	5

**Nota:** sempre que houver dúvida ou falta de consenso sobre o valor de algum atributo, deve-se adotar o maior, para favorecer a segurança.

**8. Valor:** calcula a significância do impacto através da seguinte fórmula:

**Significância do impacto = (Escala X Severidade X Duração)**

**9. Significância dos impactos:** através do resultado da fórmula anterior, classificam-se os impactos associados aos aspectos ambientais observando o seguinte critério:

- Não significante: resultado igual 1.
- Significante: resultado maior que 1.

Se significativo, os impactos deverão ser classificados conforme seguir.

**10. Classificação dos impactos:** de acordo com a significância dos impactos obtidos, a classificação dos impactos em alto, moderado e baixo, conforme observado na Tabela 13.

TABELA 13 - Significância e Classificação dos impactos

<b>Valor</b>	<b>Significância</b>	<b>Classificação</b>
75 - 125	I	Alto
15 - 45	II	Moderado
3 - 9	III	Baixo

## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A relação de impactos prováveis deve ser analisada quanto à sua intensidade e quanto à sua importância. É necessário conhecer suas causas, que são as atividades, obras, intervenções, que compõem o empreendimento.

Segundo Sánchez (2006), durante a análise dos impactos, deve-se também identificar os aspectos ambientais, correlacionando-os com as principais atividades, produtos e serviços que compõem o empreendimento, para em seguida identificar os impactos associados a cada aspecto ambiental. A identificação das correlações é feita com a ajuda de uma matriz onde são representados dois campos de interação: um entre atividades e aspectos ambientais e outro entre aspectos e impactos ambientais. Aspecto ambiental é “elemento da atividade, produto ou serviço da organização que pode interagir com o meio ambiente”.

Neste sentido, através do levantamento dos dados “*in loco*”, pode-se chegar a um total de 57 aspectos ambientais e seus respectivos impactos ambientais. As atividades, os aspectos e os impactos ambientais identificados na Pedreira BMS são apresentados na matriz na Tabela 14. A Tabela 14 mostra, no formato de matriz, a interação entre atividades, aspectos e impactos ambientais para a atual fase do empreendimento.

TABELA 14 - Matriz de avaliação da significancia dos impactos ambientais

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS											
IDENTIFICAÇÃO					ANÁLISE						
1. Nº	2. Etapa	3. Atividade	4. Aspecto	5. Impacto	6. Orientação	7. Atributos			8. Valor	9. Significância	10. Classificação
						a. Escala	b. Severidade	c. Duração			
1	EXTRAÇÃO DO ROM	DECAPEAMENTO	Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo
2			Supressão da cobertura vegetal	Aumento da vulnerabilidade ao processo de erosão	-	3	5	5	75	I	Alto
3			Retirada da camada fértil do solo	Deterioração das propriedades físicas do solo	-	3	5	5	75	I	Alto
4			Geração de ruídos, gases e poeira	Poluição do ar e sonora	-	1	3	1	3	III	Baixo
5		PERFURAÇÃO	Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo
6			Geração de ruído e poeiras	Poluição do ar e sonora	-	1	3	1	3	III	Baixo
7		DESMONTE	Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo
8			Geração fumos e gases	Desconforto a população vizinha	-	1	1	1	1	NS	-
9			Geração de ruídos		-	3	3	3	27	II	Moderado
10			Geração fumos e gases	Poluição do ar e sonora	-	1	1	1	1	NS	-
11			Geração de ruídos		-	3	3	3	27	II	Moderado
12			Geração de vibração e sobrepressão atmosférica	Desconforto a população vizinha	-	3	5	3	45	II	Moderado
13			Ultrançamento de fragmentos	Risco de acidentes	-	3	5	1	15	II	Moderado
14			Alteração morfológica	Risco de acidentes	-	3	5	1	15	II	Moderado
15				Impacto visual	-	3	5	5	75	I	Alto
16			CARREGAMENTO E TRANSPORTE	Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III
17		Geração de poeira		Perda da qualidade do ar	-	1	3	3	9	III	Baixo
18		Geração de ruído		Poluição sonora	-	1	3	3	9	III	Baixo
19		Emissão de gases		Alteração da qualidade do ar	-	1	1	1	1	NS	-
20		Emissão de CO <sub>2</sub>		Contribuição ao aquecimento global	-	1	1	1	1	NS	-
21		UMIDIFICAÇÃO DAS VIAS DE ACESSO	Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo
22			Consumo de água	Redução da suspensão das partículas	+	1	3	5	15	II	Moderado

23		UMIDIFICAÇÃO DAS VIAS DE ACESSO	Consumo de água	Utilização de recursos naturais	-	1	3	1	3	III	Baixo
24	BENEFICIAMENTO	DESCARREGAMENTO DO ROM	Geração de poeira	Perda da qualidade do ar	-	1	5	3	15	II	Moderado
25			Geração de ruído	Poluição sonora	-	1	5	3	15	II	Moderado
26			BRITAGEM DA ROCHA	Consumo de energia	Utilização de recursos naturais	-	3	3	3	27	II
27		Demanda de mão de obra		Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo
28		Geração de poeira		Perda da qualidade do ar	-	1	5	3	15	II	Moderado
29				Risco de doenças pulmonares	-	1	5	3	15	II	Moderado
30			Geração de ruído	Poluição sonora	-	1	5	3	15	II	Moderado
31		PENEIRAMENTO	Consumo de energia	Utilização de recursos naturais	-	3	3	3	27	II	Moderado
32			Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo
33			Geração de poeira	Perda da qualidade do ar	-	1	5	3	15	II	Moderado
34				Risco de doenças pulmonares	-	1	5	3	15	II	Moderado
35				Geração de ruído	Poluição sonora	-	1	5	3	15	II
36		TRANSPORTE VIA CORREIA TRANSPORTADORA	Consumo de energia	Utilização de recursos naturais	-	3	3	3	27	II	Moderado
37			Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo
38			Geração de poeira	Perda da qualidade do ar	-	1	5	3	15	II	Moderado
39				Risco de doenças pulmonares	-	1	5	3	15	II	Moderado
40	Geração de ruído			Poluição sonora	-	1	5	3	15	II	Moderado
41	EXPEDIÇÃO	Aumento do trafego de caminhões	Deterioração do sistema viário	-	3	3	3	27	II	Moderado	
42			Pressa sobre infraestrutura viária	+	3	3	3	27	II	Moderado	
43		Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo	
44		Emissão de gases	Alteração da qualidade do ar	-	1	1	1	1	NS	-	
45		Emissão de CO <sub>2</sub>	Contribuição ao aquecimento global	-	1	1	1	1	NS	-	
46		Geração de ruído	Poluição sonora	-	1	1	1	1	NS	-	
47			Incomodo e desconforto a saúde humana	-	1	1	3	3	III	Baixo	
48			Geração de impostos	Aumento da arrecadação tributária	+	3	1	3	9	III	Baixo
49	AUXILIAR	MANUNTENÇÃO	Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo
50			Consumo de água	Utilização dos recursos naturais	-	1	1	1	1	NS	-
51			Geração de ruído	Poluição sonora (incomodo e desconforto)	-	1	1	3	3	III	Baixo
52			Regulagem periódica dos motores e veículos	Menor taxa de emissão de gases	+	1	1	3	3	III	Baixo
53			Vazamento de óleo, combustível e graxa	Risco de contaminação do solo	-	1	1	3	3	III	Baixo

54	AUXILIAR	ESCRITÓRIO	Demanda de mão de obra	Geração de emprego e renda	+	3	1	3	9	III	Baixo
55			Consumo de água	Utilização dos recursos naturais	-	1	1	1	1	NS	-
56			Consumo de energia e papel	Utilização dos recursos naturais	-	1	1	1	1	NS	-
57			Geração de impostos	Aumento da arrecadação tributária	+	3	1	3	9	III	Baixo

Após o preenchimento da matriz, tais impactos foram classificados de acordo com os atributos: Escala, Severidade e Duração, conforme mostram as Figuras 11, 12 e 13, respectivamente.

Em análise a Figura 11, podemos determinar que 54% dos impactos identificados possuíam nível de escala pontual, ou seja, restringindo-se a uma área limitada (local/processo) da Pedreira, os 46 % restante são aqueles atingem áreas fora do domínio da empresa.

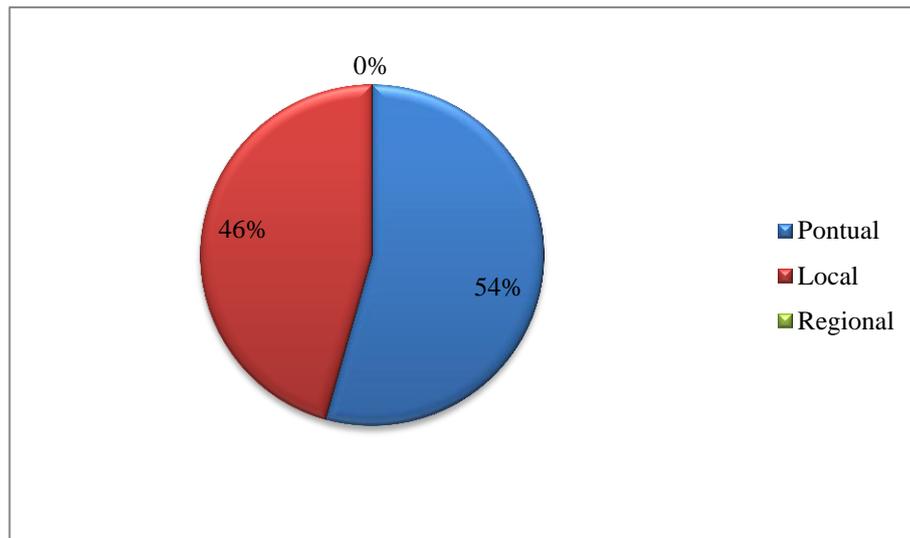


FIGURA 11 - Gráfico da escala dos impactos observados.

Na Figura 12, foi possível determinar fator severidade, onde após a avaliação e classificação foi possível obter os seguintes resultados:

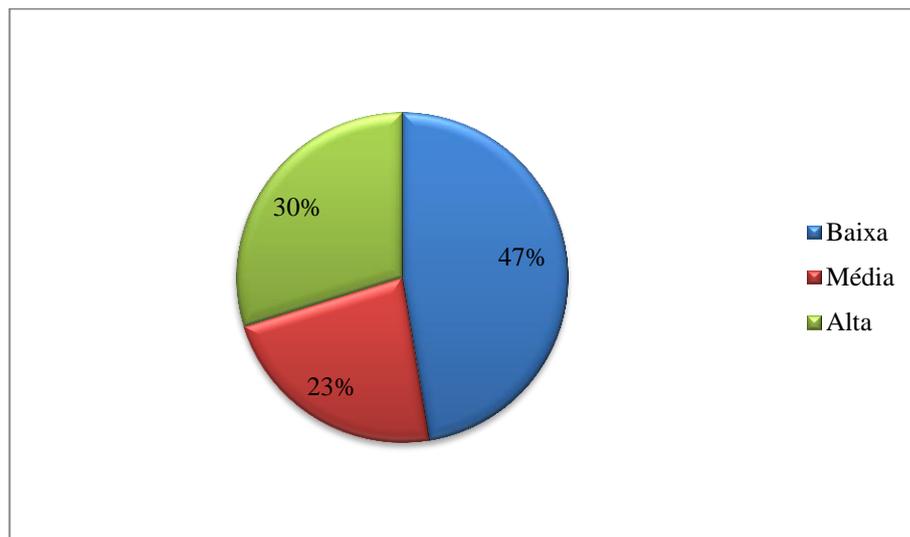


FIGURA 12 - Gráfico da severidade dos impactos observados.

Para análise do fator duração, Figura 13, os impactos considerados permanentes são apenas 7%, entretanto os impactos frequentes, aqueles que se manifestam durante uma ou mais fase do projeto ou enquanto o empreendimento estiver funcionando, somam 67%.

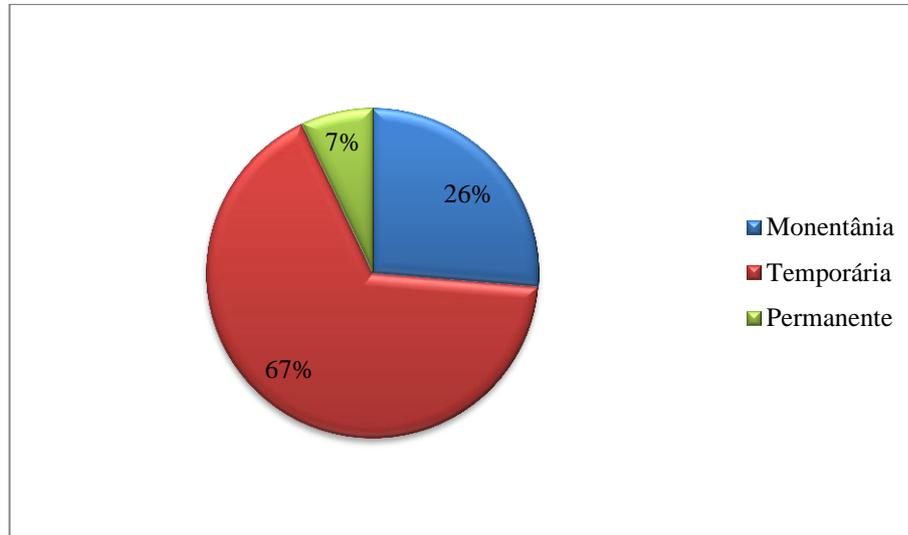


FIGURA 13 - Gráfico da duração dos impactos observados.

A significância do impacto sintetiza sua importância. Os impactos considerados significativos são aqueles que (Sánchez, 2006:286):

- Afetam a saúde ou segurança humana;
- Afetam a oferta/disponibilidade de empregos ou de recursos às comunidades locais;
- Afetam a média ou variância de alguns fatores ambientais;
- Atingem fortemente áreas protegidas;
- Modificam a estrutura ou função de ecossistemas ou colocam em risco espécies raras ou ameaçadas de extinção.

Neste sentido, com base em condições estabelecidas para os parâmetros anteriormente descritos, foi possível avaliar e classificar a percentagem dos impactos significativos e não significativos, como mostra a Figura 14.

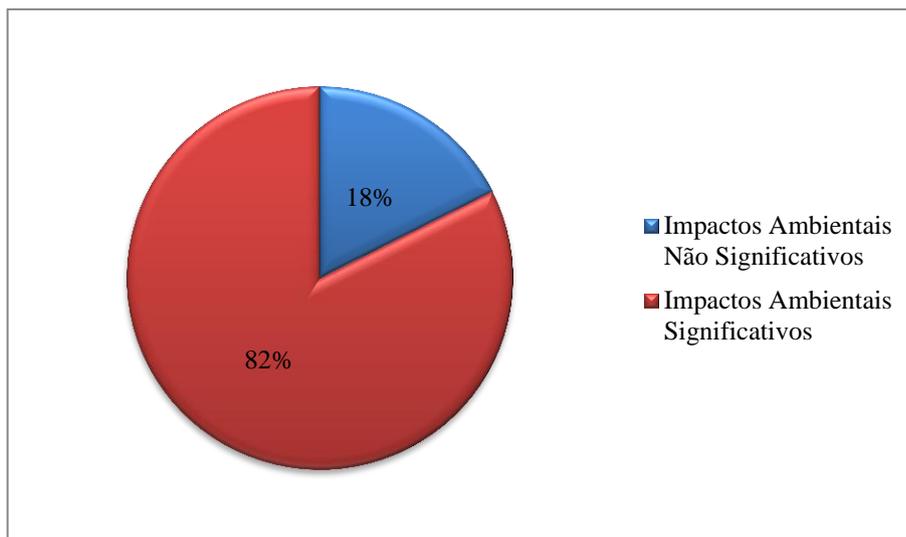


FIGURA 14 - Gráfico impactos ambientais levantados na unidade da pedreira BMS – Britamil.

Além da atribuição de valores, também foi possível identificar, conforme a Figura 15, os três níveis de significância entre as atividades. Entre o nível de significância baixa, estão relacionadas as atividades como: serviços auxiliares (manutenção, escritório, etc.). Dentre as relacionadas a significância moderada, estão atividades como: britagem, peneiramento, etc. Dentre as de alto significância, podem-se citar o decapeamento e o desmonte de rocha.

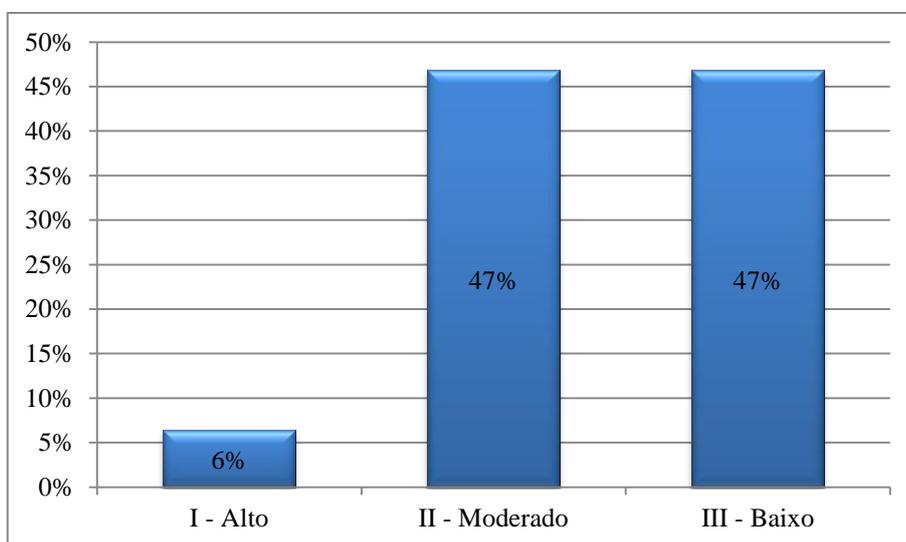


FIGURA 15 - Gráfico da classificação da significância dos impactos ambientais.

Analisando-se a Figura 16, percebe-se a distribuição e variação da significância dos impactos ambientais significativos entre as atividades da Pedreira.

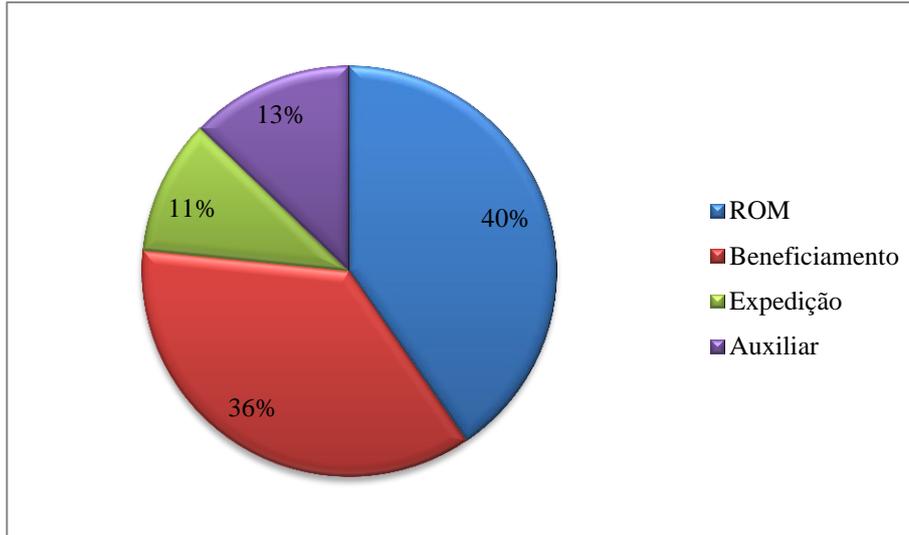


FIGURA 16 - Distribuição percentual de impactos ambientais significativos entre as atividades da Pedreira.

Através da adoção de níveis, foi possível classificar e analisar os impactos de maior significância, sendo considerados, para este trabalho aqueles que obtiveram Nível I, ou seja, aqueles que necessitam de maior controle e/medidas de mitigação, conforme listados na Tabela 15. Porém, a poluição do ar e sonora foram classificadas de nível I, devido a sua frequência com que ocorre em diversos setores, bem como afetando diretamente trabalhador, e em algumas situações incomoda a vizinhança.

TABELA 15 - Impactos de Nível I evidenciado na Pedreira BMS

<b>Pedreira BMS - Britamil</b>
- Aumento de vulnerabilidade ao processo de erosão;
- Deterioração das propriedades físicas do solo;
- Impacto visual;
- Poluição do ar, poluição sonora, incômodo e desconforto.

## 5.1 PROPOSTA PARA MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS

As medidas mitigadoras oferecem o contraponto às ações impactantes realizadas ou desencadeadas ao meio ambiente pelas atividades ligadas a extração e beneficiamento da rocha utilizada na produção de brita. No caso do empreendimento em estudo, os impactos mais significativos identificados e analisados atingem o solo, o ar, a fauna e a flora. Portanto, no sentido de proteção ambiental, devem ocorrer medidas que diminuam estes impactos a

mínimo possível, ou que os isolem como forma de controle, restringindo-os à área do empreendimento e preservando o entorno. As medidas mitigadoras são relacionadas a seguir:

#### **a) Segurança no trabalho**

Não apenas tornam-se necessárias medidas de controle em relação aos impactos ao meio ambiente, como é de fundamental importância a proteção da saúde humana. Devido à geração de poeiras, a utilização de máscaras faciais é fator importantíssimo para minimização de possíveis danos à saúde dos trabalhadores, prevenindo os mesmos de doenças respiratórias, que podem se manifestar em decorrência do contato a longo prazo com a poluição.

Como é contínuo e intenso o ruído, a utilização de protetor auricular durante a jornada de trabalho não só evita danos ao corpo humano, como contribui ao bem estar físico e pessoal, evitando doenças ocupacionais relacionadas ao aparelho auditivo.

Torna-se de grande importância o fornecimento e uso do Equipamento de Proteção Individual - EPI para que a saúde do trabalhador seja preservada. Neste sentido, essas iniciativas podem diminuir as chances de futuras perdas auditivas e doenças pulmonares, respectivamente.

A obtenção de bons resultados depende fundamentalmente de um bom programa de segurança, aliado a uma política forte de treinamentos no sentido de desenvolver no trabalhador a cultura de segurança.

Contudo, torna-se necessário que se faça o treinamento e a conscientização de todo o efetivo operacional de funcionários e colaboradores. A educação e o conhecimento são princípios que se aprendem na vida, portanto, a sensibilização dos envolvidos torna-se fundamental para que os recursos naturais sejam preservados, para que a empresa ganhe qualidade e seus impactos sejam minimizados. Desde desligar a torneira, apagar a luz, até o plantio e recuperação de áreas degradadas, são medidas que, quando somadas, fazem a diferença.

#### **d) Geologia/geomorfologia**

Dada à especificidade deste descritor ambiental, o objetivo principal da exploração, os impactos ambientais sobre o mesmo não são mitigáveis no que diz respeito à geologia. Quanto ao aspecto geomorfológico, a regularização e recobrimento vegetal progressivos das zonas exploradas permitirá repor uma geomorfologia similar, com características arbóreas e arbustivas (árvores e arbustos), de modo a atenuar as cicatrizes impressas no aspecto topográfico original e assim facilitar a sua integração paisagística.

#### **e) Criação de cortina verde**

Como a geração de poeira e material particulado são impactos significantes, a criação de uma cortina verde no entorno da empresa tem função importante, pois além de minimizar o transporte de poeira e conseqüentemente a poluição atmosférica além da área do empreendimento, ela diminui a intensidade com que os sons e ruídos da mineração chegam à vizinhança. Portanto, dois impactos significativos são minimizados com apenas uma medida.

A cortina verde ainda contribui com a revegetação do local, arborização e com a retirada de CO<sub>2</sub> da atmosfera, através da fotossíntese, contribuindo com a melhoria das condições ambientais.

A arborização do pátio da empresa também compensa o impacto visual causado pelas construções e pelo próprio pátio da empresa, e ainda minimiza os ruídos e a poeira, reduzindo a intensidade com que chegam à vizinhança, preservando o bem-estar social ecológico.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 CONCLUSÕES

O estudo realizado permitiu avaliar a condição ambiental existente na atual fase na operação do processo produtivo de brita. Através da metodologia aplicada, foi possível levantar todos os aspectos e impactos decorrentes das atividades da Pedreira. Por meio da avaliação de impacto ambiental, foi possível propor medidas que minimizassem os impactos mais significativos.

Neste sentido, ficou bastante claro que a atividade de produção de pedra britada concorre favoravelmente para a melhoria da qualidade da construção civil, gera emprego e renda dentro do seu segmento específico, e também contribui para o fortalecimento e ampliação da produção na cadeia produtiva da construção civil. A proximidade dos locais consumidores (empresas, etc.), vem baratear esse insumo e refletir no menor custo na cadeia produtiva da construção civil.

Entretanto são produzidas alterações ambientais na operação dessa atividade. As alterações ambientais produzidas de forma direta pelo trabalho na mina restringem-se especialmente às áreas de operações, que são: a cava da frente de lavra, os acessos e áreas ocupadas pela mina (áreas de servidão).

O efeito negativo da degradação visual é o mais expressivo. A exposição do manto rochoso da cava de exploração e dos bota-foras criou um cenário que contrasta com a paisagem local. Somada a isso, intensa geração de poeira, ruído e material particulado produzidos pelos equipamentos e máquinas, são os mais expressivos.

Contudo, os efeitos negativos gerados pela propagação de poeiras, ruídos e vibrações, apesar de significativos, não tem afetado a população humana do entorno da mina. Porém, tais impactos interagem mais diretamente com os trabalhadores da mina, sendo minimizados, no entanto, pela manutenção de procedimentos de segurança e de equipamentos de proteção individual.

Por isso, a sensibilização de proprietários e funcionários através da educação ambiental é um fator que deve ser utilizado para prevenção de impactos ambientais e

recuperação de áreas degradadas. Essa alternativa é bastante viável, visto que pôde ser observada durante as visitas realizadas, uma preocupação crescente de proprietários em realizar a atividade em conformidade com as leis ambientais assegurando o futuro de seus empreendimentos.

Assim, ao realizar o estudo ambiental, tem sua importância em focar os pontos que podem ser melhorados para que as atividades industriais desenvolvam suas atividades de forma segura e com a preocupação em evitar ou reduzir os impactos ambientais, através do controle e monitoramento das etapas de produção. Isso irá contribuir para uma produção mais limpa, ou seja, comprometendo-se com o bem esta de seus funcionários e clientes e tendo a consciência de proteção ambiental.

## 6.2 RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho, evidentemente não esgota o assunto, havendo a necessidade de outros estudos a serem realizados na área em estudo pelo presente trabalho, bem como em outras áreas afins.

Como sugestão para trabalhos futuros, poder-se-ia realizar os seguintes estudos:

- i. Realizar avaliação dos impactos incluindo como atributo a ótica legal;
- ii. Realizar um plano de controle ambiental;

Em outras áreas de estudo podemos citar as seguintes recomendações:

- i. Beneficiamento de minério - Caracterização dos finos gerados;
- ii. Higiene e segurança do trabalho na mineração, etc.

## 7 REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**.1993a.*NBR 7225*: Materiais de pedra e agregados naturais. Rio de Janeiro.

ALMEIDA, Salvador Luiz de; LUZ, Adão Benvindo da. CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (BRASIL). **Manual de agregados para a construção civil**. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 2009.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; BASTOS, Anna Christina Saramago. Licenciamento Ambiental Brasileiro no Contexto da Avaliação de Impacto Ambientais. In: Cunha, S. B. da; Guerra, A. J. T. (Org.). **Avaliação e Perícia Ambiental**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p. 77 - 113.

ALMEIDA, G. H. de, MARINHO, P. A da C.,MARTINS, R. C. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Marabá. Folha SB.22-X-D. Estados do Pará, Maranhão e Tocantins. Brasília: CPRM. 1995.

ANEPAC – Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a construção civil. Disponível em: <<http://www.anepac.org.br>>. Acesso em: 09/03/2012.

ARAÚJO, O. J. B. DE, MAIA, R. G. M. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Serra dos Carajás. Folha SB.22-Z-A. Estado do Pará. Texto explicativo, 1991. 164p. il

BACCI, D. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. **Aspectos e impactos ambientais de pedreiras em área urbana**. Rev. Esc. Minas vol.59 n°. 1; Ouro Preto, jan./mar. 2006. p. 4.

BRASIL. **Departamento Nacional de produção Mineral. Código de mineração e legislação correlativa**: edição revisada com índice remissivo. Brasília: DNPM/ DFPM, 1987. 333p.

BRASIL. Congresso. Senado. Lei nº 6.567/1978. Dispõe sobre regime de licenciamento especial para exploração e aproveitamento das substancias minerais que especifica e dá outras providencias. Disponível em:

<[http://www.mp.sc.gov.br/portal/site/portal/portal\\_lista.asp?campo=1288](http://www.mp.sc.gov.br/portal/site/portal/portal_lista.asp?campo=1288)>. Acesso em 22 de outubro de 2012.

BAUER, L.A.F. **Material de Construção**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e científicos. Editora S.A., 1995 vol. I

BARBOZA, F. L. M.; GURMENDI, A.C. (Coords.). **Economia mineral do Brasil**. Brasília: DNPM, 1995. 278p (Estudo de política e Economia Mineral, 8).

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. Dissertação. São paulo. 1997.

BORGES, Leandro Augusto de Freitas. **Gerenciamento ambiental de projetos de mineração: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Ouro Preto, MG. 2009.

CARLOS, L, SINTONI, A. **Mineração & Município: base para planejamento e gestão dos recursos minerais**. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas, 2003. – (Publicação IPT; 2850). p. 82.

CASSIANO, A. M. *A inserção da gestão ambiental na empresa de mineração: o estudo de caso do Rio Paracatu Mineração S.A. - MG*. 1996. 213p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências/UNICAMP, Campinas, 1996.

CONAMA – Conselho nacional do meio ambiente. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Lex: Constituição Federal, Coletânea de Legislação de Direito Ambiental. 5. ed, ver. amp. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2006.

Código de mineração: Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967/ Jair Lot Vieira, supervisão editorial. - 2ª ed. atual. – Bauru, SP: EDIPRO, 2004. – (Série Legislação).

CONAMA. Resolução nº 237, Efetiva a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, dispondo que compete ao órgão municipal licenciar atividades poluidoras de impacto essencialmente local, desde que o município esteja estruturado, com a participação de seu Conselho de Meio Ambiente e profissionais tecnicamente habilitados – Brasília, 1997. Disponível em:

<[http://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Ambiental/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Conama%201997\\_237%20licenciamento%20ambiental.pdf](http://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Ambiental/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Conama%201997_237%20licenciamento%20ambiental.pdf)>. Acesso em: 15 de setembro de 2012.

DAMASCENO, B.C, PEREIRA, M. do S.M. Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia - PRIMAZ. Socioeconômica do Município de Eldorado do Carajás. Texto e Mapas. Belém: CPRM, 1998. il.

FRAZÃO, E.B. **Panorama da produção e aproveitamento de agregados para construção.** Programa de capacitação de gestores empresa mineradoras de agregados para construção civil, 2003. Disponível em:<<http://www.cetec.br/agregados/conteudo/contribui>>. Acesso em abril de 2012.

HENNIES, W. T. et al. Pedras e pedreiras: fundamentos. **Brasil Mineral**, São Paulo, n. 238, p. 64-70, maio 2005.

MECHI, A. **Análise Comparativa da Gestão Ambiental de cinco Pedreiras: Proposta de um Sistema de Gestão Ambiental.** Campinas: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

PARÁ. Lei nº 5.887, de 9 de maio de 1995. In: PARÁ. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Lei nº 5.887, de 9 de maio de 1995.** Belém, 2005. 85 p.

PRADO FILHO, J. F. **O processo de Avaliação do Impacto Ambiental (AIA) de Projetos e empreendimentos minerais como um instrumento de gestão ambiental: estudo de casos no Quadrilátero Ferrífero (MG).** 2001. 329p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos / USP, São Carlos, 2001.

PETRUCCI. E.G.R. Concreto de Cimento Portland. 8ª ed. Rio de Janeiro: Globo, 1981, p.307

PEDROSO, Angela Porto. Elaboração da matriz de identificação de aspectos e impactos ambientais em atendimento a ISSO 14001:2004. Estudo de caso: empresa mineradora de carvão mineral. UNESC (Monografia), Criciúma – SC, 2010. 44p.

REDIVO, Rosimeri Venâncio. **Apostila instrumentos de avaliação:** metodologia de análise de aspecto e impactos ambientais. Criciúma: UNESC, 2007. 112p.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. São Paulo: Ed. UNICAMP, 2004. 399p.

TAVEIRA, A. L. **Análise quantitativa da distribuição de custos ambientais. Estudo de caso da SANARCO Mineração S. A.** 1997. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – São Paulo.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 495p.

\_\_\_\_\_. **Apostila de Instrumentos de Avaliação de Impactos Ambientais**. 2008. p. 32-37.

SANTOS, Luciano Miguel Moreira dos. **Avaliação ambiental de processos industriais**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2006. 130p.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **ISSO 14001: Sistema de Gestão Ambiental**. 3<sup>a</sup> ed. ver. e ampl. São Paulo: Atlas, 2007.

SEMMA, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Prefeitura Municipal de Eldorado do Carajás. Lei ambiental do município de Eldorado do Carajás: Lei nº 167 de 24 de abril de 2005. SEMMA, 2005.