



FACULDADE CATÓLICA DE ANÁPOLIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO, AUDITÓRIA E PERICIA
AMBIENTAL

A ATIVIDADE MINERÁRIA E SEUS REFLEXOS: IMPACTOS
SOCIOAMBIENTAIS DAS MINAS TERRA SANTA E TEÓFILO –
SANTA BARBARA DE GOIÁS E AVELINÓPOLIS -GO

FERNANDA LÔBO MATIAS
ANGÉLICA DE OLIVEIRA VENÂNCIO

ANÁPOLIS
2014

FERNANDA LÔBO MATIAS
ANGÉLICA DE OLIVEIRA VENÂNCIO

**A ATIVIDADE MINERÁRIA E SEUS REFLEXOS: IMPACTOS
SOCIOAMBIENTAIS DAS MINAS TERRA SANTA E TEÓFILO –
SANTA BARBARA DE GOIÁS E AVELINÓPOLIS -GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Pós-graduação em Gestão Auditória e Perícia Ambiental, como requisito de obtenção de título de especialista.

Orientador: Prof. Me. Diego Tarley Ferreira Nascimento

ANÁPOLIS

2014

FERNANDA LÔBO MATIAS
ANGÉLICA DE OLIVEIRA VENÂNCIO

**A ATIVIDADE MINERÁRIA E SEUS REFLEXOS: IMPACTOS
SOCIOAMBIENTAIS DAS MINAS TERRA SANTA E TEÓFILO – SANTA
BARBARA DE GOIÁS E AVELINÓPOLIS -GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Pós graduação em gestão auditória e pericia ambiental, como requisito de obtenção de título de especialista.

Anápolis-GO, 12 de abril de 2014

APROVADA EM: ____ / ____ / ____ **NOTA** ____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Ms. Diego Tarley Ferreira do Nascimento

Convidado(a): Prof^ª. Esp. Aracelly Rodrigues Loures Rangel

Convidado(a): Prof Dr. Gabriel Tenaglia Carneiro

DEDICATÓRIA

A todos que se comprometem, respeitam, presam e lutam por um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Deus que nos permitiu que tudo isso acontecesse.

À Maria Helena e Lorena, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao José Robledo (*in memoria*), mesmo ausente é amado.

Ao Fabricio, a essência da alegria.

À todos os familiares, especialmente Ceni e Antônio, e todos os amigos

Ao Professor Mestre Diego Tarley Ferreira Nascimento, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos Fabio Lara, Basilio Antônio e às empresas Britago e Titânio Goiás pelo apoio.

“Nós não herdamos a terra dos nossos
antepassados, pedimos emprestada aos nossos
filhos”.

Proverbio Índio

RESUMO

A mineração se estende em grande escala em âmbito nacional, com grande capacidade econômica, porém caracterizada com alto potencial impactante sobre o meio ambiente, desde sua implantação, na fase de lavra até de beneficiamento. Estes impactos estão presentes na biota, nos aspectos físicos e até mesmo no meio social, dentre estes a supressão da vegetação e/ou impedimento da sua regeneração, dispersão da fauna, retirada do solo superficial, degradação paisagística, topográfica, ainda podem ocorrer alterações na qualidade da água e do ar, transtornos às populações que habitam ao entorno, e à saúde das pessoas diretamente envolvidas. Assim como a poluição de lixiviação de afluentes das áreas de mineração, tais como substâncias graxas como óleo e graxas. Para amenização são adotadas medidas mitigatórias. O encerramento de suas atividades é elemento certo a ocorrer, seja pelo encerramento da jazida, ou de fatores, econômicos ou ambientais, gerando para o empreendedor a obrigatoriedade de recuperar. Nesta perspectiva este estudo tem como objetivo avaliar os impactos socioambientais das Minas Terra Santa e Teófilo, localizadas no município de Santa Barbara de Goiás e Avelinópolis, ambos no estado de Goiás, fazendo um comparativo das reais problemáticas de uma Mina em fase de lava e outra após sua recuperação, com adoção da metodologia de questionários a população vizinha e a visualização das áreas em estudo, resultando na constatação de variáveis impactos positivos e negativos em distintas fases de lavra.

Palavras-chaves:

socioambiental. Áreadegradada. Mitigação. Recuperação.

Mineração. Impacto

ABSTRACT

Mining extends in large scale nationwide, with great economic capacity, but it is characterized with a potential high impact on the environment, from its implementation, in the mining stage and even during processing. The impacts are present in the environment, in the physical aspects and even in the social environment, among them the removal of the vegetation and/or prevention of its renewal, dispersal of wildlife, removal of the topsoil, landscape degradation, topographic, and there might occur alterations in the quality of water and air and inconvenience to the population that inhabit the surrounding areas, and to the health of the people directly involved. Just like the leaching pollution from affluent areas of mining, like greasy substances like oil and grease. To ease it, mitigating measures are adopted. The ending of its activities is the right thing to happen, be via the closing of the mine, or economical or environmental factors, generating for the entrepreneur the obligation to recover. Under this perspective, this study has the objective to evaluate the social and environmental impacts of the mines Terra Santa and Teofilo, located in the municipality of Santa Barbara de Goiás and Avelinópolis, both in the State of Goiás, doing a comparison of the real problems of a mine in the mining phase and another after its recovery, with the adoption of the methodology of questionnaires to the neighbouring population and the viewing of the areas being studied.

Keywords: Mining.Social and Environmental Impact.Degraded Area.Mitigation.Recovery.

TABELA

Tabela 01	Avaliação de possíveis impactos ambientais positivos e negativos no meio físico, biológico e Antrópico em distintas fases das Minas Terra Santa e Teófilo.....	56
------------------	--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Principais recursos minerais do Brasil.....	15
Figura 02	Atividades operacionais em minas a céu aberto.....	18
Figura 03	Processo produtivo.....	20
Figura 04	Vista panorâmica da antiga mina de caulim.....	27
Figura 05	Projeto do Eden.....	27
Figura 06	Opera de Arame.....	28
Figura 07	Opera de Arame.....	28
Figura 08	Opera de Arame.....	28
Figura 09	Universidade Livre do Meio Ambiente.....	29
Figura 10	Localização dos Municípios de Santa Barbara de Goiás e Avelinópolis – GO.....	30
Figura 11	Mapa de Localização das Mina Terra Santa e Teófilo.....	31
Figura 12	Imagem Satélite com a Localização das Mina Terra Santa e Teófilo...	31
Figura 13	Mapa de Localização da bacia hidrográfica do Rio dos Bois.....	33
Figura 14	Imagem satélite com o croqui de localização da Mina Terra Santa.....	34
Figura 15	Panorama da Mina Terra Santa.....	35
Figura 16	Pá carregadeira alimentando o britador primário locado na lavra onde diminuirá a glanumetria das rochas.....	36
Figura 17	Rochas após britagem primaria sendo colocadas próximas ao beneficiamento.....	36
Figura 18	Rocha próxima ao beneficiamento sendo transportada para o britador	38
Figura 19	Rochas sendo umidificadas e colocadas no britador.....	38
Figura 20	Maquinário do beneficiamento, com britadores e correias transportadoras.....	38
Figura 21	Imagem do croqui de localização da Mina Teofilo.....	39
Figura22	Mina Teófilo em fase de lavra.....	42
Figura 23	Área de escritório e beneficiamento.....	42
Figura 24	Bacias de decantação.....	43
Figura 25	Bacias de decantação em recuperação topografica.....	43
Figura 26	Area da mina em recuperação topografica.....	44
Figura 27	Area da mina em recuperação da vegetação.....	44

Figura 28	Área da lavra anteriormente ao desmatamento.....	45
Figura 29	Área da lavra em funcionamento.....	46
Figura 30	Pilha de estéril ou solo orgânico provido do decapeamento do solo....	47
Figura 31	Cacimba próxima a área de beneficiamento.....	48
Figura 32	Curva de nível na estrada próxima ao beneficiamento.....	48
Figura 33	Correia transportadora com a indicação do sistema de aspersão de água.....	49
Figura 34	Perfuratriz.....	49
Figura 35	Britador Primário.....	50
Figura 36	Imagem demonstrativa do paisagismo mitigando o impactovisual.....	50
Figura 37	Poeira gerada no momento da explosão na mina.....	51
Figura 38	Foto de rachadura na parede da cozinha de uma residencia a 4 km da mina produzidas pelos abalos das explosões.....	52
Figura 39	Imagem satelite da Mina Teófilo com os referidos pontos de localização.....	53
Figura 40	Foto panorâmica da área recuperada com plantas nativas.....	54
Figura 41	Foto panorâmica da área recuperada com eucaliptos e plantas nativas	54

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 01	Recursos Minerais, definições e exemplificação.....	14
Fluxograma 02	Órgãos Minerários e Ambientais e seus respectivos âmbitos.....	16
Fluxograma 03	Etapas, marcos e descrição das etapas de vida de uma mina.....	20
Fluxograma 04	Possíveis impactos socioambientais na mineração.....	26
Fluxograma 05	Alternativas de recuperação de áreas degradadas.....	28

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
CAPITULO 1 - ATIVIDADE MINERÁRIA.....	14
1.1 MINÉRIO	14
1.2 A MINERAÇÃO E O POTENCIAL ECONÔMICO	14
1.3 ÓRGÃOS COMPETENTES	16
1.4 MINA E FASE DE LAVRA	16
1.5 IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DA MINERAÇÃO	20
1.6 IMPACTOS SOCIAIS NA EXTRAÇÃO MINERAL	22
1.7 DA OBRIGATORIEDADE DA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	24
CAPÍTULO 2 – AS MINAS DE TERRA SANTA E TEÓFILO.....	30
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	30
2.1.1 MUNICÍPIO DE SANTA BARBARA DE GOIÁS-GO	32
2.1.2 MUNICÍPIO DE AVELINÓPOLIS-GO.....	32
2.1.3 BACIA HIDROGRÁFICA DE AMBOS OS MUNICÍPIOS.....	32
2.2 MINA TERRA SANTA	33
2.2.1 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	33
2.2.2 ASPECTOS GERAIS DO EMPREENDIMENTO	34
2.2.3 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE LAVRA E BENEFICIAMENTO.....	35
2.3 MINA TEÓFILO	38
2.3.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	39
2.3.2 MINÉRIO DE TITÂNIO.....	39
2.3.3 LAVRA DO MINÉRIO DE TITÂNIO	40
2.3.4 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO	41
2.3.5 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ATIVIDADE MINERÁRIA.....	45
2.3.6 IMPACTOS AMBIENTAIS NA MINA TERRA SANTA	45
2.3.7 IMPACTO SOCIAL NA MINA TERRA SANTA	51
2.3.8 IMPACTO SOCIAL NA MINA TEÓFILO.....	53
2.3.9 IMPACTO SOCIOAMBIENTAIS NAS MINAS TERRA SANTA E TEÓFILO DE ACORDO COM A FASE DE ATIVIDADE.....	54
CONCLUSÃO.....	578
REFERÊNCIAS.....	59

INTRODUÇÃO

A mineração se estende em grande escala em âmbito nacional, expandindo a cada ano e ocupando mais territórios, sendo favoráveis para economia que avança neste mercado. Atualmente, o Brasil destaca-se no setor mineral, fato este proporcionado pelos seus mais de 8,5 milhões de Km² compostos de diferentes terrenos e formações geológicas, conferindo-lhe uma grande diversidade de minérios. Sendo uma produção de 72 substâncias minerais, das quais 23 são metálicas, 45 não-metálicas e 4 energéticas. Diante de tantos recursos minerais a serem explorados o país dispõe de uma enorme quantidade de unidades exploradas. Sendo, no total, 3.354 minas (GEOFÍSICA BRASIL, 2013).

A atividade mineraria é considerada lucrativa, porém também é caracterizada como de alto potencial impactante sobre o meio ambiente, em sua fase de lavra e até mesmo de beneficiamento, pois gera degradação visual paisagística, do solo e do relevo; ainda podem ocorrer alterações na qualidade das águas, e transtornos às populações que habitam o entorno e à saúde das pessoas diretamente envolvidas no empreendimento (BRASIL, 2013; BAGIO, 2010).

Estes impactos estão presentes na biota e nos aspectos físicos e até mesmo no meio social. Sendo que o encerramento de suas atividades é elemento certo a ocorrer, seja pelo exaurimento da jazida, ou devido a fatores, econômicos ou ambientais, gerando para o empreendedor a obrigação de recuperar (BAGIO, 2010).

Reconhece-se que o meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado reflete um valor inerente à dignidade humana, erigindo o dever do Estado e de toda a coletividade em defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Nesse sentido, existe a previsão quanto à obrigação daquele que explorar os recursos minerais de recuperar o meio ambiente degradado.

Portanto, embasado na obrigatoriedade legal pela garantia do direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, cabe aos empreendimentos minerários a obrigação de mitigação de impactos ambientais e sociais decorrentes de sua atividade.

Nesse sentido, o objetivo geral desse trabalho foi analisar o reflexo da atividade minerária, tendo como estudo de caso duas Minas para avaliação dos impactos socioambientais decorrentes de suas atividades.

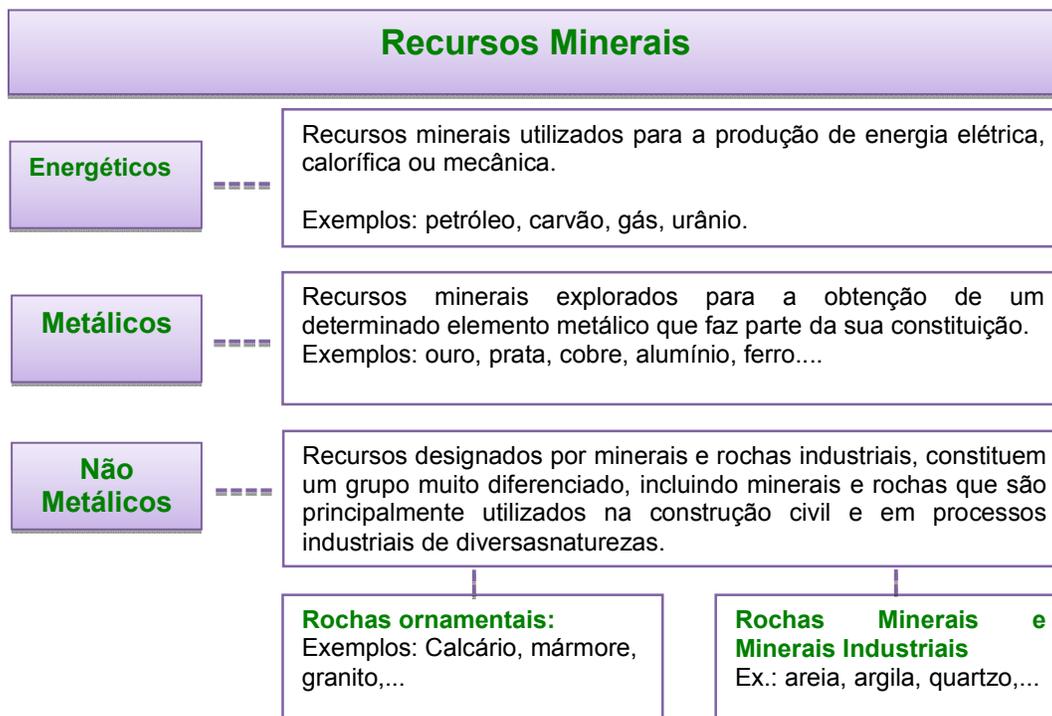
Para tanto, a pesquisa se baseia na modalidade de qualitativa e descritiva, tendo como base os estudos de MECHI, 2010; REIS, 2011; BAGIO, 2010; BACI, LANDIM, ETON, 2006 e PONTES, FARIAS E LIMA, 2013; FRANCISCO, 2013 e BRAGA, 2007, para fundamentar os estudo de caso as Minas Terra Santa e Teófilo, localizadas nos municípios de Santa Bárbara de Goiás e Avelinópolis, respectivamente, ambos no estado de Goiás. Foram utilizados como instrumentos de pesquisa, a documentação indireta em pesquisa bibliográfica e documental e documentação direta baseada em pesquisa de campo e aplicação de questionário aos moradores próximos às Minas para identificação e avaliação dos impactos socioambientais. Estado com letra maiúscula significa o governo, instituição política. Quando se referir a um recorte espacial, mesmo que político-administrativo, usar letra minúscula.

CAPITULO 1 - ATIVIDADE MINERÁRIA

1.1 MINÉRIO

O minério é um agregado de substâncias minerais naturais resultantes de processos geológicos de ocorrência na crosta terrestre, que pode ser explorado economicamente. Os minérios podem ser classificados como energéticos, metálicos e não metálicos (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Fluxograma 1 – Recursos Minerais, definições e exemplificação:



Fonte: OLIVEIRA (2007) – Modificado pelas autoras.

1.2 A MINERAÇÃO E O POTENCIAL ECONÔMICO

A mineração vivencia uma fase surpreendente no Brasil, onde os minérios alcançam bons preços no mercado e propicia à atividade mineradora representar um importante segmento da economia nacional. A produção de insumos de mineração no

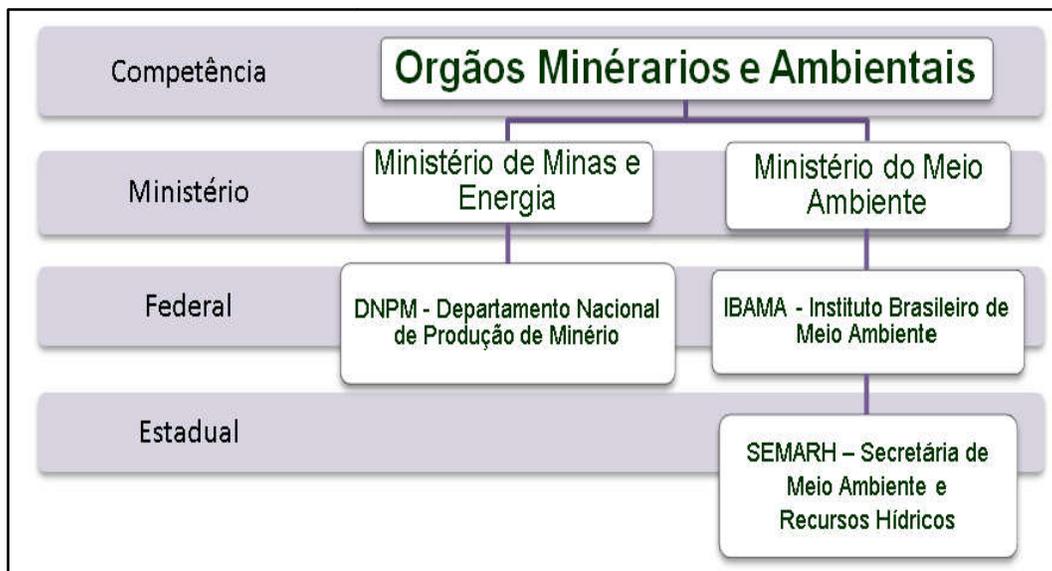
1.3 ÓRGÃOS COMPETENTES

Para planejar, amparar, auxiliar, orientar as atividades minerárias, são regulamentadas legislações específicas, sendo de incumbência dos órgãos de âmbitos Federais, Estaduais e Municipais a responsabilidade de controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional. Nesse escopo, o órgão de maior responsabilidade é o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), autarquia federal vinculada ao Ministério de Minas e Energia, dotado de atribuições e competências para regulamentar a atividade mineral (TONIDADEL; PARIZZI; LIMA, 2013).

Ainda é de responsabilidade do DNPM disciplinar a atividade nos órgãos ambientais responsáveis pelas regulamentações ambientais, que estão vinculados ao Ministério do Meio Ambiente, por meio do órgão federal Instituto Brasileiro do Meio Ambiente – IBAMA e pelas agências estaduais de regulação ambiental, que são responsáveis pelo licenciamento ambiental dos empreendimentos minerários, com exceção dos regimes previstos em lei (TONIDADEL; PARIZZI; LIMA, 2013).

A competência dos órgãos e seu âmbito podem ser simplificados pelo Fluxograma 02 que segue:

Fluxograma 02 - Órgãos Minerários e Ambientais e seus respectivos âmbitos



Fonte: Autoria própria.

1.4 MINA E FASES DE LAVRA

Na ocorrência de concentração de minérios denomina-se jazida, e quando esta em fase de lavra é nomeada como mina, como pode ser observada no decreto-lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967:

Art. 6 - Considera-se jazida toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil, de valor econômico, aflorando à superfície ou existente no interior da terra; considera-se mina a jazida em lavra, ainda que suspensa.

A abertura de uma mina inicia-se com a identificação de possíveis áreas para minas em determinada região, na qual é feita em bases introdutórias, realizada em três etapas: “reconhecimento, prospecção e exploração”.

A fase de reconhecimento se inicia com a identificação e delimitação de zonas onde há ocorrência de prováveis matérias-primas e/ou formações geológicas, compreendendo basicamente no inventário desses recursos e no seu registro em bases cartográficas. Em seguida, se procede à análise do potencial das jazidas, compreendendo a etapa de “prospecção”, se procede a do potencial das jazidas. A parte introdutória se encerra com a “exploração”, que abrange o detalhamento das prováveis jazidas, aplicando-se os métodos de investigações diretas ao meio ambiente e observando os impactos ambientais a serem gerados (BRASIL, 2013).

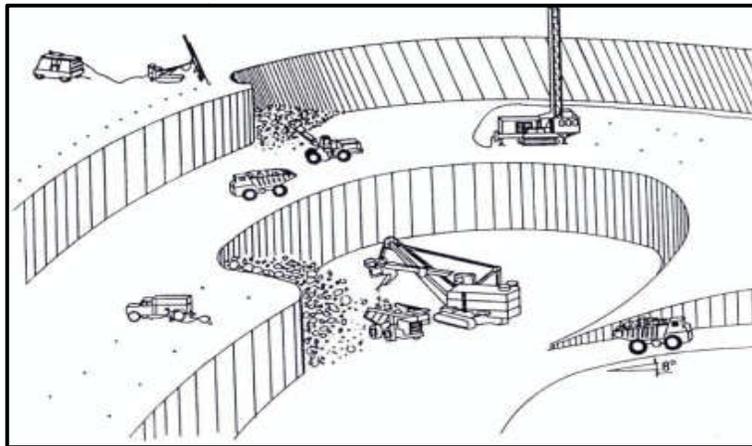
Anterior à abertura de uma mina, se faz necessário um estudo de viabilidade, onde este se identifica a possibilidade de sua abertura da mina, no que se refere a critérios econômicos, ambientais, sociais e principalmente a probabilidade de reservas minerais, calculando estatísticas da vida útil da mina e suas devidas produções, este estudo é realizado em etapas introdutórias (IBRAM, 2013).

Após o planejamento de viabilidade contendo todos os elementos necessários, se dá a implantação do empreendimento que abrange desde a aquisição de terras, a execução de programas compensatórios e a implementação de infraestrutura necessária para a construção e preparação da mina (IBRAM, 2013).

A operação ocorre associado à um planejamento operacional com a determinação do ritmo de produção de cada frente de lavra, resultando no produto no qual será fornecido ao cliente, interno ou externo. As atividades operacionais em uma mina a céu aberto compreendem basicamente quatro operações: perfuração, desmonte,

carregamento e transporte, que somam entre 30 e 40% dos custos de produção, na qual é esquematizada na figura 02 (AMARAL, 2008).

Figura 02 - Atividades operacionais em minas a céu aberto



Fonte:Hustruild e Kuchta (1995) apud Amaral (2008)

O produto resultante do processo de operação pode ser rochoso, que apresenta granulometrias que não se enquadram nas exigências dos mercados, e por isso, necessita ser fragmentado, que pode ser exemplificado pelo que ocorre com o granito ou calcário para a produção de brita. Para tanto, realiza-se o tratamento deste minério em plantas de beneficiamento localizadas próximas à mina ou até mesmo como serviços de terceiros, independentes do empreendimento (AMARAL, 2008).

O Ministério de Minas e Energia (2013, p.4) define o objetivo do beneficiamento ou tratamento de minério ou de minérios como “preparar granulometricamente, concentrar ou purificar minérios por métodos físicos ou químicos sem alteração da constituição química dos minerais”.

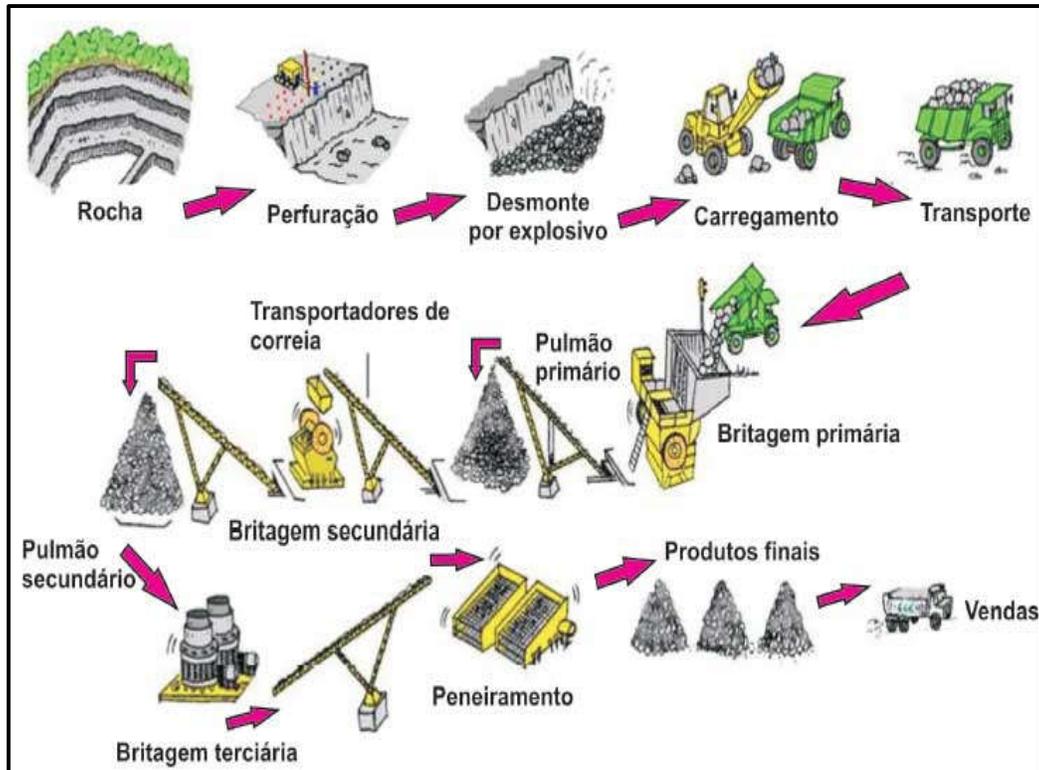
O beneficiamento de minério rochoso é composto pelo processo básico de fragmentação e classificação. Visando minimizar os custos e diminuir a margem de erro de fragmentar as partículas além do necessário, o processo de fragmentação é dividido em várias etapas, onde as iniciais geram tamanhos relativamente grandes de partículas (diâmetros até aproximadamente 1 milímetro), chamadas de britagem. Se objetivar em tamanhos menores, dá-se o nome de moagem (AMARAL, 2008).

Portanto, os circuitos de fragmentação podem incluir apenas etapas de britagem ou de britagem associada à moagem. Os equipamentos que fazem a britagem são chamados de britadores e os de moagem, moinhos. A classificação é o processo que

controla os tamanhos que são gerados no processo de fragmentação com a separação de partículas por tamanho. O equipamento de classificação mais comum são as peneiras(BRASIL, 2013).

Iramina (2009) ilustra todo o processo produtivo e de beneficiamento de uma mina, representado pelo figura03.

Figura 03 -Processo produtivo

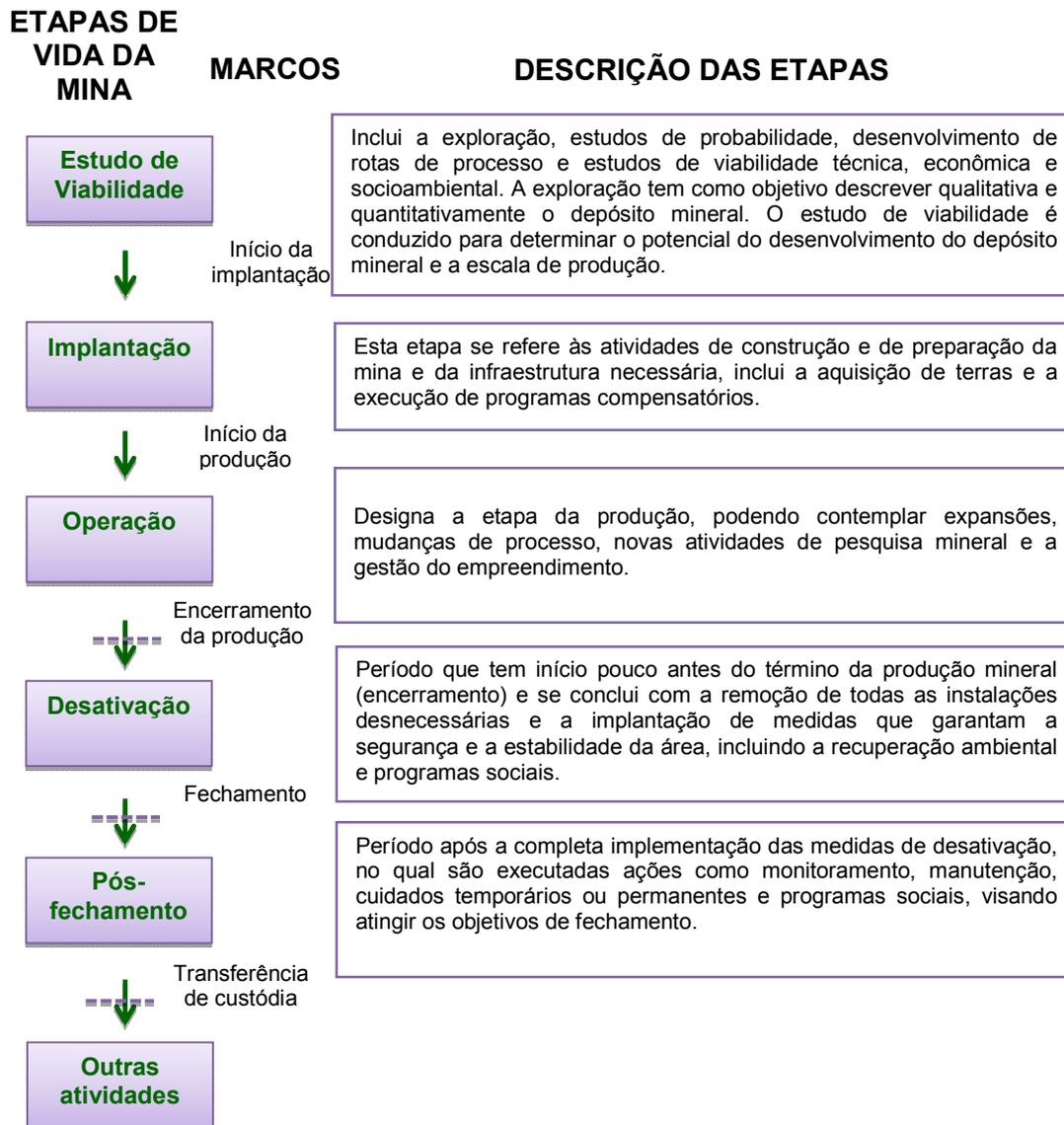


Fonte:Iramina (2009)

Após a exaustão do minério ou por outros fatores, ocorre o encerramento da jazida. De acordo com a Revista Indústria da Mineração (2008), o planejamento é essencial para o encerramento do empreendimento minerário, uma vez que já no estudo de viabilidade da mina também deve estar incluso o programa de fechamento da mesma. Ainda deve-se considerar a recuperação da área, com enfoque ambiental e social. Ainda vale lembrar que “Depois do fechamento, pode ser preciso manter a economia da região dinamizada com outros empreendimentos. Afinal, uma área de mineração gera impostos e royalties para a região” (REVISTA INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO, 2008, p. 12/13). Não há autor para citar ao invés da revista toda?

O esquema apresentado pelo fluxograma 3, que segue, sintetiza as etapas, os marcos e a descrição das etapas da vida de uma mina.

Fluxograma 3–Etapas, marcos e descrição das etapas de vida de uma mina.



Fonte: IBRAM(2013).

1.5 IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DA MINERAÇÃO

O impacto ambiental pode ser definido pela Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986 em seu parágrafo primeiro como:

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, afetam:

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;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

A atividade de exploração mineral é tida como uma das mais impactantes ao meio ambiente, uma vez que gera diversos impactos no solo, água e ar, além da degradação visual da paisagem, do solo e do relevo; ainda podem ocorrer alterações na qualidade das águas, e transtornos às populações que habitam o entorno e à saúde das pessoas diretamente envolvidas no empreendimento ((BRASIL, 2013).

Vale destacar ainda que a intensidade dos impactos ambientais potenciais aumenta proporcionalmente na medida em que se passa de uma fase para outra das minas. Sendo de pouca significância na fase de reconhecimento, aumentando gradativamente na fase de prospecção e intensificando-se na de exploração ((BRASIL, 2013).

Em decorrência da atividade minerária, pode ocorrer a supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração; o solo superficial, qualificado como de maior fertilidade, é removido e, por permanecerem expostos, ficam vulneráveis aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento; os corpos hídricos podem ser prejudicados pela deposição de sedimentos finos suspensos, aumentando a turbidez da água, além de gerar a poluição por lixiviação de efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxas, metais pesados, que podem chegar a atingir as águas subterrâneas (MECHI, 2010).

Ainda na percepção do mesmo autor, os aquíferos podem ser impactados imensamente pelos empreendimentos minerários, que além de causar a poluição, podem resultar no rebaixamento do lençol freático. Se ocorrer o rebaixamento de calha de rios, os leitos podem provocar a instabilidade de suas margens, resultando na supressão das matas ciliares e outros problemas decorrentes.

Com frequência, a mineração também provoca a poluição do ar por particulados suspensos produzidas pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte, ou por gases emitidos da queima de combustível. Outros impactos ao meio ambiente estão

associados à ruídos, à pressão acústica e à vibrações no solo associadas à operação de equipamentos e explosões, podendo até mesmo influenciar nas populações vizinhas.

Segundo Bacci, Landim, Eston (2006), os efeitos ambientais estão associados, de modo geral, às diversas fases de exploração dos bens minerais, como: a abertura da cava (retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e modificação da paisagem local); o uso de explosivos no desmonte de rocha (vibração do terreno, lançamento de fragmentos, gases, poeira, ruído); e o transporte e beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído), afetando, assim, os meios físico, biótico e antrópico.

1.6 IMPACTOS SOCIAIS NA EXTRAÇÃO MINERAL

O Instituto Brasileiro de Minas (IBRAM) estima que no ano de 2011 o total de mão de obra empregada na mineração no Brasil alcançou 2,1 milhões de trabalhadores diretos. Estimativa que exclui as vagas geradas na fase de pesquisa, prospecção, e planejamento e trabalhadores do garimpo (IBRAM, 2011). Somente no Estado de Goiás e Distrito Federal, no ano de 2009, constatou cerca de 9 mil empregados de forma direta em mineradoras (IBRAM, 2014).

Nesta perspectiva é notável o destaque do segmento da mineração, sem embargo, se fazem presentes preocupações relacionadas a impactos sociais e, principalmente, à saúde dos empregados, uma vez que a mineração apresenta distintos riscos que podem ocasionar danos à saúde e à integridade física do trabalhador, sendo algumas relacionadas ao exercício da função e outras agravadas por ela, além dos empregados estarem expostos ao alto grau de periculosidade, podendo acarretar em inúmeros acidentes ou doenças.

A mineração é uma atividade que, por suas características, expõe seus trabalhadores a diversas formas de riscos, causando comprometimentos que vão desde a invalidez por doenças crônicas ou perdas da capacidade física laboral, até a morte por acidentes graves. De acordo com a Previdência Social, a atividade mineral, especialmente a lavra, apresenta o maior nível de risco para a segurança e saúde do trabalhador (3 em uma escala de 1 a 3), junto com a construção civil e obras de infraestrutura (BRASIL, 2010).

Os trabalhadores e a população que habitam as áreas próximas ao empreendimento podem desenvolver doenças respiratórias e pulmonares como asma, bronquite, entre outros, provenientes de poluições do ar devido à exposição de alguns

resíduos oriundos da mineração, tais como pó do carvão, poeira de monóxido de ferro, amianto, mercúrio, etc. (FRANCISCO, 2013;BRAGA, 2007). Não consta nas referências!!

As jazidas de minério que são extraídas em lavra mecanizada a céu aberto, o que provoca grande emissão de material particulado para a atmosfera através de escavação; explosão; suspensão do material pela movimentação de escavadeiras, tratores e caminhões; perdas nos transportes terrestre e ferroviário; pelas fugas nas plantas de beneficiamento e pela ação dos ventos nos depósitos a céu aberto (BRAGA, 2007).

Outro aspecto negativo de âmbito social relacionado por Francisco (2013) diz respeito à problemática de remanejamento de comunidades e de famílias em virtude de atividades mineiras de uma determinada região.

Associado a esse impacto, há ainda a migração para os locais onde são instalados os empreendimentos minerários, atrativos pela oferta de empregos. Geralmente a migração ocorre de pequenas cidades do entorno ou do meio rural. Com o fluxo migratório ocorre uma série de impactos, como o crescimento da população sem planejamento, podendo resultar em problemas de transporte, moradia, educação e saúde pública. Alterando as referências culturais e, ainda, o crescimento das patologias sociais (alcooolismo, jogo, prostituição e violência) (FRANCISCO, 2013;KRÜGER, 2014; MELO, 2011).

Nesses casos, a cidade se torna dependente das mineradoras (KRÜGER, 2014; MELO, 2011).E por esta dependência, quando ocorre a desativação da mineradora, é provável o aumento do desemprego local, notando um desabalo econômico de toda a cidade.

Em suma, na região em que se instalam mineradoras de grande porte, podem haver mudanças significativas em aspectos sociais, produzindo uma série de impactos econômicos para as comunidades que circundam esta área (KRÜGER, 2014)

O fluxograma indicado a seguir faz uma síntese dos principais impactos socioambientais resultantes das atividades dos empreendimentos de mineração.

Fluxograma 4 – Possíveis impactos socioambientais da mineração.

COMPONENTE	POSSÍVEIS IMPACTOS
Superfície Terrestre	Devastação da superfície. Alteração na Morfologia. Destruições de bens culturais. Perigo de desmoronamento.
Ar	Ruídos e vibrações em geral. Ruídos e vibrações das detonações. Formação e poeira erosão pelo trafego. Poeira.
Águas Superficiais	Alteração do ciclo de nutrientes. Contaminação das águas residuais. Contaminação causada por uma intensificação da erosão.
Solo	Erosão na zona de lavra. Diminuição do rendimento, dissecação e desidratação do solo. Perigo de alagamento após o restabelecimento do nível freático/erosão.
Flora	Destruição da flora na área de exploração. Destruição parcial/alteração da flora na área circundante devido a alteração do nível freático.
Fauna	Deslocamento da fauna.
População	Conflitos relacionados ao uso de solos. Aumento de população a partir do local das atividades de mineração. Destruição das zonas de recreação.
Edificação	Danos causados pela água após o restabelecimento do nível freático
Outros	Possíveis modificações em microclima.

Fonte:BRASIL, 2013.

1.7 DA OBRIGATORIEDADE DA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

A exploração de lavras pode ocorrer em locais ambientalmente sensíveis e de grande importância para a preservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Por

esse aspecto, com as escavações vultosas para a retirada do bem mineral, resultam impactos negativos para o meio ambiente, cabendo o empreendedor a obrigatoriedade de recuperar a área degradada (MECHI, 2010)

Partindo do princípio do Ambiente Ecologicamente Correto, o legislativo acrescentou no caput do artigo 225 da Constituição Federal, um novo direito capital da pessoa humana, visando garantir ao cidadão adequadas condições de vida a um ambiente saudável, ou seja, de acordo com a indicação da lei “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado”.

O reconhecimento do direito a um meio ambiente **sadio configura-se**, na verdade, como extensão do direito à vida, tanto pelo enfoque da própria existência física e saúde dos seres humanos quanto ao aspecto da dignidade dessa existência – a qualidade de vida -, que faz com que valha apenas viver. O princípio do Ambiente Ecologicamente Equilibrado configura uma extensão do direito à vida e proteção contra qualquer privação arbitrária da vida (LIMA, 2010).

A atividade de recuperação ambiental é prevista na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, denominada Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), que impõe a obrigatoriedade da recuperação de áreas degradadas como um dos princípios que visam a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental (artigo 2º, inciso VIII). A Constituição Federal de 1988 determina que a recuperação das áreas mineradas seja de dever do empreendimento degradante.

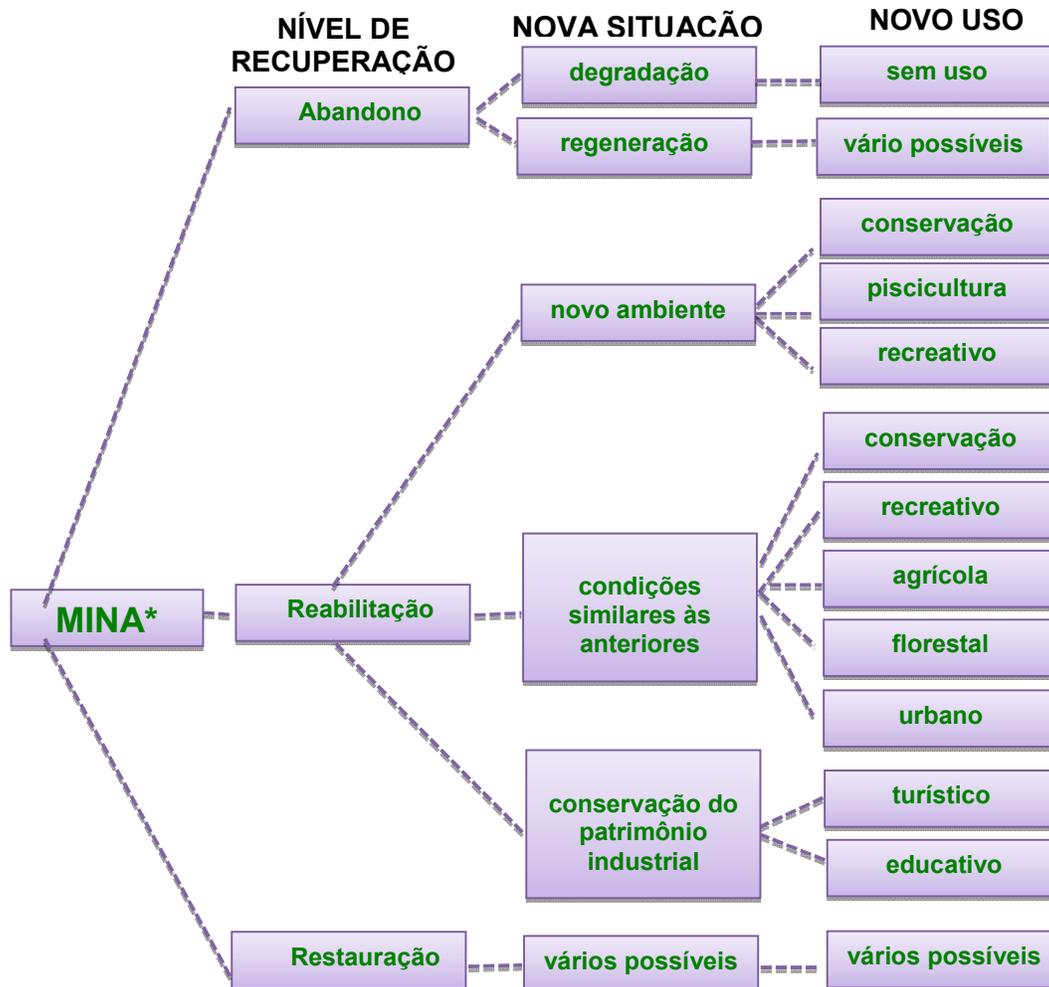
De acordo com o Artigo 2º do Decreto 97.632/89, que regulamenta o Artigo 2º, inciso da Lei nº 6.938/81,

são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

O encerramento das atividades de mineração é elemento certo a ocorrer, previsto desde a fase de intenção de implementação dessa atividade, seja pelo esgotamento da jazida, ou devido a fatores econômicos ou ambientais. Sendo indiferente a razão da desativação da mina, se torna obrigatória a recuperação da área degradada e a consequente reutilização do terreno. No âmbito da mineração, a recuperação de áreas degradadas abarca o conjunto de ações que visam tornar a área apta para algum uso produtivo, não necessariamente idêntico ao que antecedeu a atividade de mineração

(SANCHEZ, 2001; BAGIO, 2010). O Fluxograma05 mostra as principais opções alternativas de recuperação ambiental de áreas ocupadas por atividades de mineração.

Fluxograma5: Alternativas de recuperação de áreas degradadas.



Fonte: Sanchez (2001, p. 48). Adaptado pelas autoras.

Um exemplo técnico, porém inovador na diversificação de áreas pós-fechamento de mina foi o Projeto do Éden, considerado atualmente a maior estufa do mundo. Situado em Cornalles, na Inglaterra, o projeto foi fundado em 2001, implantado em uma antiga área de exploração de caulim (Figura 04), que funcionou por 170 anos. O Projeto Éden é disposto em bolhas gigantes que projetam do solo e protegem árvores e plantas de biomas de diferentes países como Brasil, Malásia, África do Sul e Grécia (Figura 05). O projeto arquitetônico se compara a filmes de ficção científica, objetivando a manutenção e preservação de espécies de vários biomas. Além do objeto da conservação de biomas, o Projeto Éden ainda visa à responsabilidade socioeconômica

dos antigos empregados da mina, uma vez que gera rendas com visitação de centenas de pessoas diariamente (BUCÃO, 2012).

Figura 04: Vista panorâmica da antiga mina de caulim



Fonte: Vieira(2009)

Figura 05: Projeto do Eden.



Fonte: Vieira (2009, online)

Duas antigas frentes de lavras da mina João Gava, que extraíam gnaisse e migmatito em atividade até 1980, deu origem em 1992 num dos principais atrativos culturais e musicais de Curitiba, no estado do Paraná: a Ópera de Arame. Com área construída de 4.000m², possui sua estrutura semelhante à Ópera de Paris, edificada em ferro tubular e revestida em tela aramada, tendo capacidade para receber 60.000 pessoas. Essa obra tornou-se um exemplo nacional de aproveitamento de áreas de mineração desativadas em zona urbana, gerando eficácia tanto cultural quanto estrutural, pois as pedreiras oferecem bom resultado acústico em apresentações de música (LICCARDO; PIEKARZ; SALAMUNI, 2008).

Figura 06: Opera de Arame.

Fonte:Guia Geográfico Curitiba (2013, online).

Figura 07: Opera de Arame.**Figura 08:** Opera de Arame.

Fonte:Liccardo, Piekarz e Salamuni(2008).

Ainda em Curitiba-PR foi instalada na antiga pedreira Zaninelli, na qual lavrava gnaisses e migmatitos, no período de 1947 a 1990, para a produção de brita, em 1992, a Universidade Livre do Meio Ambiente – UNILIVRE (Figura 09). A edificação da instituição é feita por eucalipto e todo material da construção foi reciclado de obras anteriores. Para apreciação foi construída rampa em forma de espiral permitindo a visualização panorâmica da frente de lavra e do entorno, cerca de 37.000 m² de mata nativa do Bosque Zaninelli(LICCARDO, PIEKARZ, SALAMUNI, 2008).

Figura 09: Universidade Livre do Meio Ambiente.



Fonte: LICCARDO, PIEKARZ e SALAMUNI (2008, online).

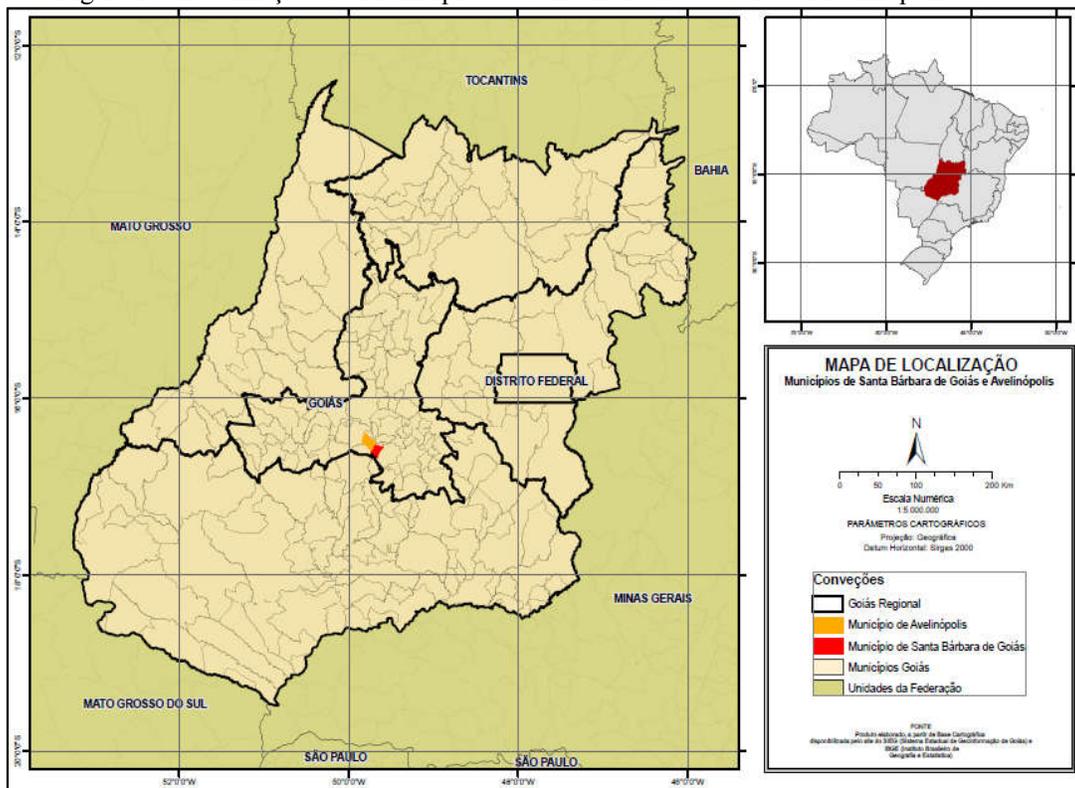
Contudo, vale salientar que a possibilidade de um novo uso requer que a área apresente condições de estabilidade física (que não atuem em processos erosivos intensos e que não haja riscos excessivos de movimentos de terrenos) e estabilidade química (para que a área não esteja sujeita a reação química que possa gerar compostos nocivos à saúde humana ou ao ecossistema, como ácidos provenientes de pilhas de estéril contendo sulfetos). Além disso, dependendo do uso pós-mineração, adiciona-se o requerimento de estabilidades biológicas – por exemplo, no caso de a área ser utilizada para finalidades de conservação ambiental (SANCHEZ, 2001).

CAPÍTULO 2 –AS MINAS TERRA SANTA E TEÓFILO

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Conforme visto pelo mapa da Figura 10, as minas em estudo se situam em dois municípios distintos, porém distantes em apenas 12 km, sendo a Mina Terra Santa localizada no Município de Santa Bárbara de Goiás e a Mina Teófilo em Avelinópolis, ambos na porção central do estado de Goiás.

Figura 10: Localização dos Municípios de Santa Bárbara de Goiás e Avelinópolis–GO.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Conforme visto pelas Figuras 10 e 11, a Mina Terra Santa se localiza na porção sudeste do município de Avelinópolis, distante cerca de 7 km da sede do município, enquanto que a Mina Teófilo se localiza na região nordeste do município de Santa Bárbara de Goiás, cerca de oito km de distância do perímetro urbano da cidade.

Figura 11: Mapa de Localização das Mina Terra Santa e Teófilo

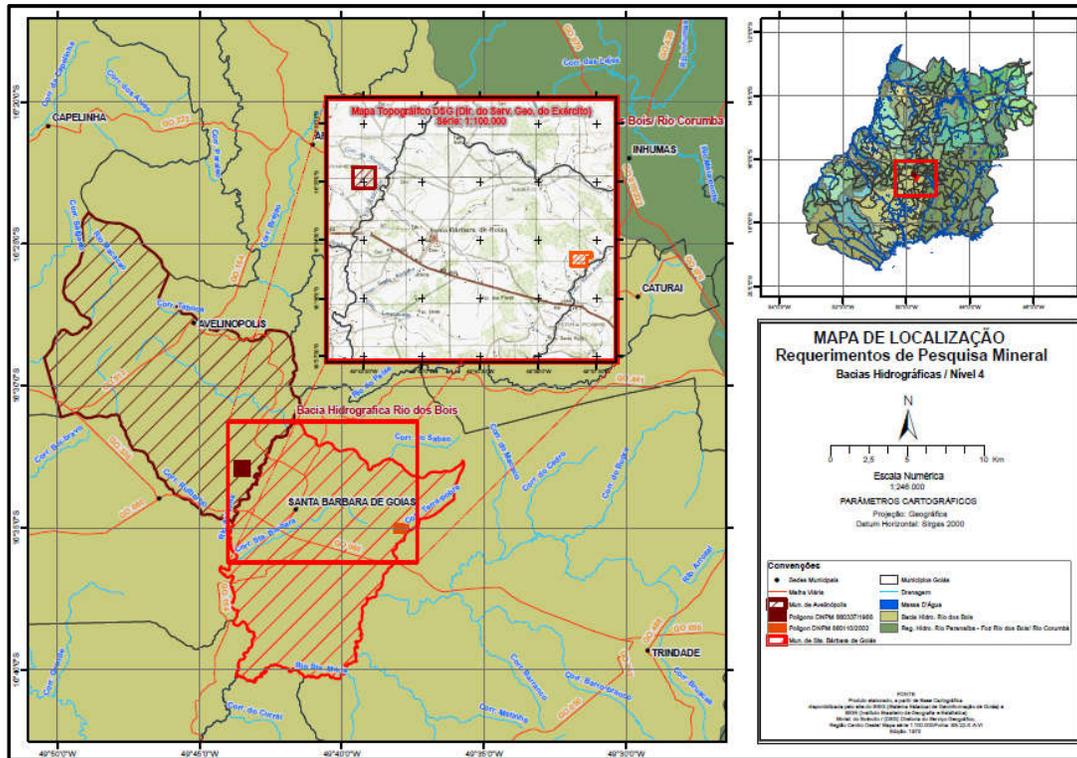


Figura 12: Imagem Satélite com a Localização das Mina Terra Santa e Teófilo



2.1.1 Município de Santa Barbara de Goiás-GO

O município de Santa Barbara de Goiás situa-se entre as coordenadas 16° 34' 6" de latitude sul e 49° 41' 31" de longitude oeste, à 120 Km da capital do estado, Goiânia. O município possui área territorial de 139,92 km², conta com uma população de 5.751 habitantes (IBGE, 2010).

A média de renda *per capita* deste município apresentou um aumento significativo de 122,47% nas últimas duas décadas, uma vez que em 1991 era de R\$ 228,53, passando para R\$508,41 em 2010. Esse aumento pode ter resultado na diminuição da proporção da população em estado de extrema pobreza, que passou de 15,89% em 1991 para 1,71% em 2010 (ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL, 2013).

2.1.2 MUNICÍPIO DE AVELINÓPOLIS –GO

O município de Avelinópolis dentre as coordenadas de Latitude: 16° 28' 05" de latitude sul e 49° 45' 30" de longitude oeste, estando a 59 Km de Goiânia. O município possui área territorial de 164 km² e uma população de 2.450 habitantes (IBGE, 2010).

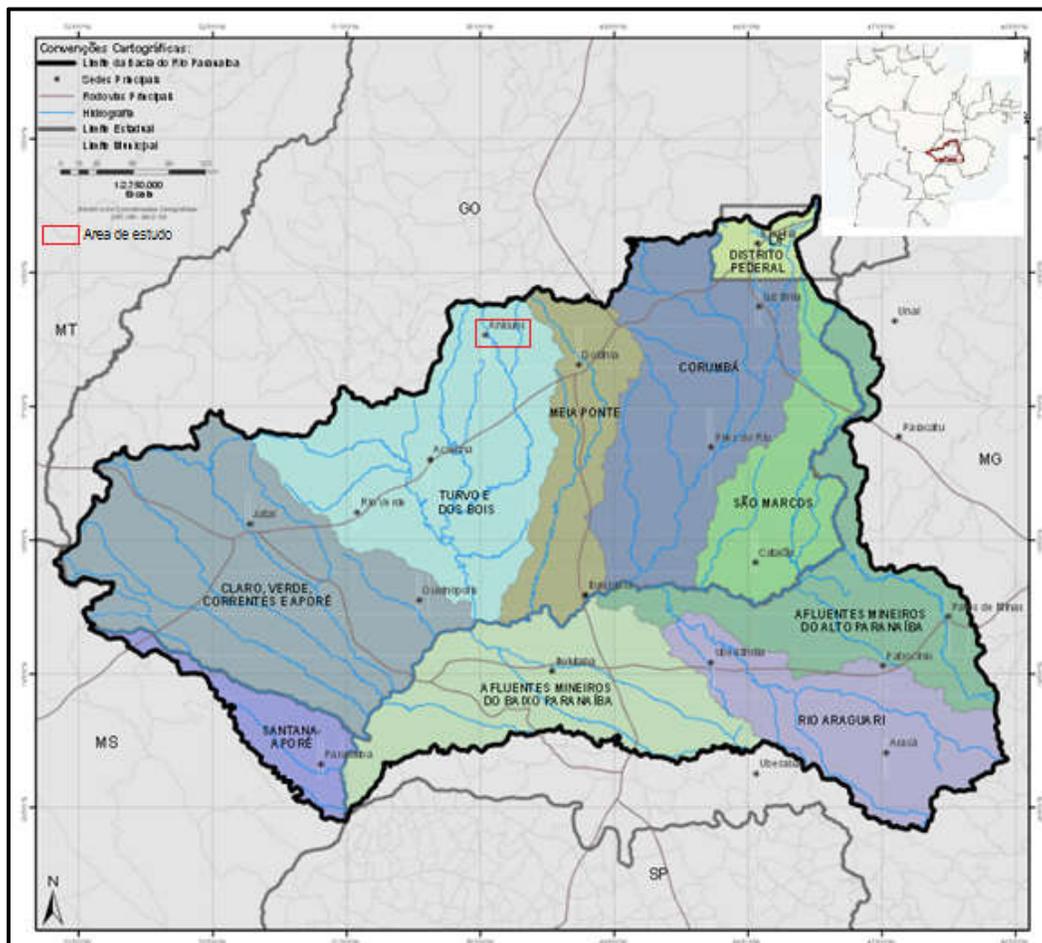
O crescimento da renda per capita de Avelinópolis, que teve a ocorrência de crescimento de 107,17% nas últimas duas décadas, passando de R\$268,39 em 1991 para R\$556,03 em 2010. A extrema pobreza passou de 15,15% em 1991 para 7,55% em 2010 (ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL, 2013).

2.1.3 BACIA HIDROGRÁFICA DE AMBOS OS MUNICÍPIOS

As minas em estudo são compreendidas pela Sub-bacia do Rio dos Bois, tributário da Bacia Paranaíba – Figura 13. A região apresenta uma rede de drenagem bastante densa, sendo constituída de cursos d'água em sua maioria perenes (SANTOS; OLIVEIRA; FIOREZE, 2006).

O principal manancial envolvido pela Mina Terra Santa é o Córrego Terra Podre, situado a leste do empreendimento, sendo afluente da margem direita do Ribeirão Fazendinha, que por sua vez deságua na margem esquerda do Rio Anicuns, que influencia diretamente a Mina Teófilo.

Figura 13: Mapa de Localização da bacia hidrográfica do Rio dos Bois



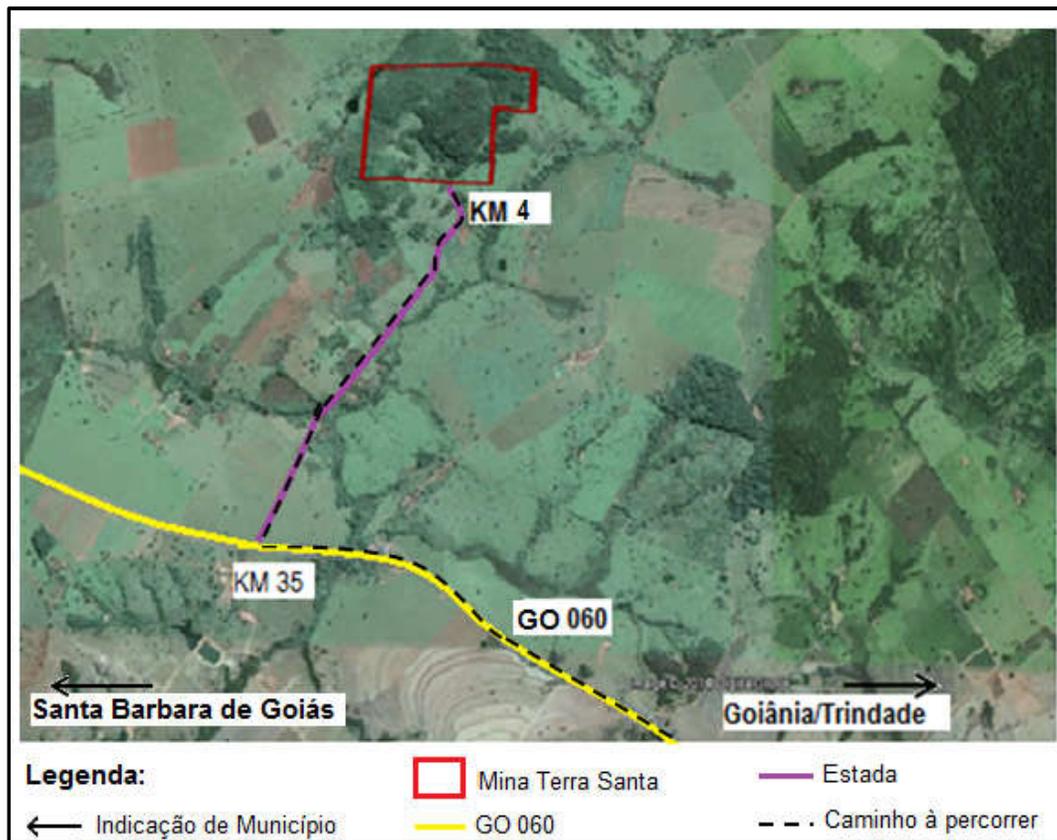
Fonte: Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos – COBRAPE (2011) Modificado pelas autoras.

2.2 MINA TERRA SANTA

2.2.1 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

O acesso à área da Mina Terra dá-se a partir de Goiânia pela rodovia estadual GO-060, passando por Trindade até a altura do Km-35, aproximadamente, quando se cruza o Córrego Terra Podre. Após cruzar a ponte do córrego toma-se a primeira estrada de terra à direita, seguindo-a por 4 km na direção norte. A Mina Terra Santa localiza-se 7 km a leste do perímetro urbano de Santa Bárbara de Goiás, na região conhecida como Terra Podre.

Figura 14: Imagem satélite com o croqui de localização da Mina Terra Santa



Fonte: *Google earth*, modificado pelas autoras, 2009.

2.2.2 ASPECTOS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento é delimitado pela área poligonal do DNPM de número 860.110/2002, constituída por 50 hectares. As atividades exercidas pelo empreendimento são a extração e o beneficiamento de gnaiss Diorítico, para produção de brita. O empreendimento iniciou suas atividades em novembro de 2013 e atualmente a produção média é de 12.000 ton./mês de rochas britadas.

Rochas para britagem são facilmente encontradas na natureza e são consideradas recursos minerais abundantes. O fragmento de maciços rochosos (granito, gnaiss, basalto, calcário) é extraído com auxílio de explosivos e, após os blocos maiores passarem por um processo de comunicação, o produto resultante é a brita ou pedra britada. A brita pode ser definida como fragmento duro rochoso oriundo da atividade de beneficiamento (britagem e peneiramento).

Conforme os dados estatísticos do Ministério de Minas e Energias, “cerca de 85% da brita produzida vem de granito/gnaiss, 10% de calcário/dolomito e 5% de basalto/diabásio”, tendo utilização na construção civil, no pavimento asfáltico, na base e sub-base de lastro de ferrovia e na produção de peças de cimento, além de contenção de encostas e outros (MME, 2009).

2.2.3 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE LAVRA E BENEFICIAMENTO

Em observância às características geológicas e ao aspecto geométrico de gnaiss diorítico, é dada forma de morro à Mina e pouco anenhum capeamento, sendo o método de extração de rochas para brita realizado a céu aberto, com avanço em meia encosta e/ou cava como proposto por Amaral (2008) – Figura 15.

Figura 15: Panorama da Mina Terra Santa



Fonte: Autoria própria, em fevereiro de 2014.

A metodologia exercida na mina esta de acordo com Amaral (2008), onde utiliza maquinários como perfuratriz (que perfura a rocha onde serão inseridos os materiais para detonação, que atualmente tem ocorrência semanal). Após o desmonte as rochas maiores são fracionadas por um britador primário (Figura 16), sendo o produto carregado por uma pá carregadeira e transportado por caminhões caçambas até a fase de beneficiamento (Figura 17).

O problema da seleção de equipamentos, de acordo com Baççetin et al. (2006), tem interface com as fases de projeto das instalações da mina e com a fase de produção, influenciando nos parâmetros econômicos operacionais e de longo prazo. Assim, a seleção de equipamentos baseada na experiência do tomador de decisões incorre em altos riscos econômicos, motivando o desenvolvimento de pesquisas na área (AMARAL, 2008, p. 16).

Figura 16: Pá carregadeira alimentando o britador primário locado na lavra onde diminuirá a granulometria das rochas



Fonte: Autoras, 2014.

Figura 17: Rochas após britagem primaria sendo colocadas próximas a beneficiamento.



Fonte: Autoras, 2014.

A rocha proveniente de frente de lavra é descarregada em um pátio próximo ao alimentador do beneficiamento, onde uma pá carregadeira e um caminhão basculante lançam o material no alimentador vibratório que o encaminha por gravidade para o britador primário(Figura 18 e 19). A rocha fragmentada passa por um sistema de britagem e classificação por peneiramento a seco (Figura 20). Portanto o processo de britagem utiliza-se do método físico que subdivide em duas etapas, a de comunicação, no qual reduz a granulometria, e a seleção, por peneiramento a seco, método proposto baseado nos ensinamentos de Iramina (2009).

Os produtos Resultando (brita zero, brita 01 e pó de brita) são empilhados por correias transportadoras e em seguida transferidos para o pátio de estocagem, ao ar livre. A produção média é de 50 toneladas/hora podendo atingir 10.000 ton./mês dos produtos estimando a vida útil do projeto de 81,2 anos.

Figura 18:Rocha próxima ao beneficiamento sendo transportada para o britador



Fonte: Autoras, 2014.

Figura 19: Rochas sendo umidificadas e colocadas no britador.



Fonte: Autoras, 2014.

Figura 20: Maquinário do beneficiamento, com britadores e correias transportadoras.



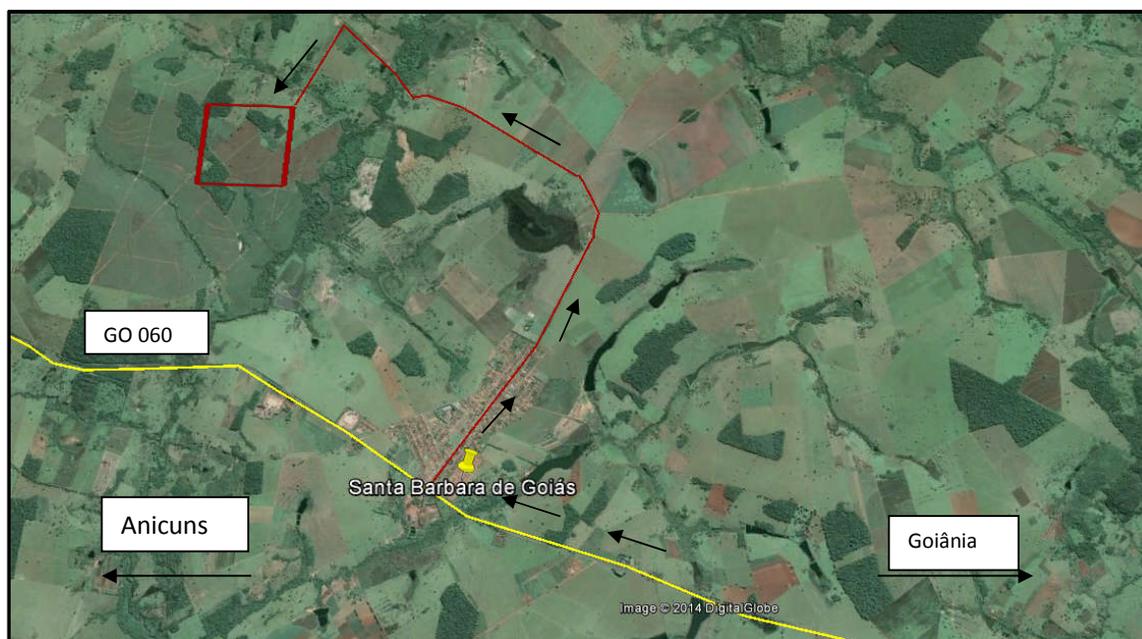
Fonte: Autoras, 2014.

2.3 MINA TEÓFILO

2.3.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área situa-se na Fazenda do Sr. Teófilo, zona rural do município de Avelinópolis. O acesso à área, partindo de Goiânia, é feito via Trindade pela rodovia GO-060, até a cidade de Santa Bárbara de Goiás, distante 42 km. De Santa Bárbara, segue-se por rodovia não pavimentada que leva à cidade de Avelinópolis, percorrendo-a por 5,8 km, quando toma-se a vicinal à esquerda, seguindo-a por 1,7 km, quando atinge-se a área minerada – Figura 21.

Figura 21: Imagem com o croqui de localização da Mina Teófilo.



Fonte: *Google earth*, modificado pelas autoras, 2009.

A mina Teófilo é delimitada pelo polígono de DNPM de número 860.337/1988, com extração de titânio, onde o direito minerário da jazida é pertencente da empresa Titânio Goiás Mineração Indústria e Comércio LTDA, situada na Rodovia BR-060, Km 42, Fazenda Santa Barbara de Baixo, Zona Rural, Município de Santa Barbara de Goiás.

2.3.2 MINÉRIO DE TITÂNIO

Apesar de não ser um minério encontrado livre da natureza, o titânio metálico tem a característica de ser o nono elemento químico em abundância na crosta terrestre, sendo presente na maioria das rochas ígneas e sedimentares. Dos diversos minerais portadores do metal, somente a ilmenita, leucoxeno e rutilo são utilizados comercialmente para a obtenção de titânio. Concentrados minerais de titânio, particularmente ilmenita e rutilo, constituem as matérias primas mais demandadas pela indústria de transformação (BALTAR, 2005; AMORIM; ALMEIDA NETO, 2010).

O titânio é um metal de brilho prateado, forte como o ferro e 45% mais leve. Porém, ele é 60% mais pesado do que o alumínio, cerca de duas vezes mais resistente à deformação mecânica e quase tão resistente à corrosão como a platina. No campo industrial, o titânio é usado principalmente sob forma de óxido, cloreto e metal. Na formação de ligas de titânio com outros minérios como alumínio, molibdênio, manganês, ferro e outros metais como vanádio, têm grande interesse industrial principalmente quando deseja-se leveza e resistência às temperaturas extremas, muito usadas principalmente em aeronaves e mísseis (PEIXOTO, 2006; DNPM, 2009).

Dentre seus compostos, o dióxido de titânio é o de maior uso (95%), amplamente empregado na fabricação de tintas utilizadas na construção civil e de uso artístico. O produto é também incorporado na produção de pasta de dente, papel, e outros (SANTOS, 2010).

O Departamento Nacional de Produção Mineraria descreve as utilizações do minério de titânio conforme os diferentes tipos de indústrias:

Na forma de metal e suas ligas, cerca de 60% do titânio são utilizados nas indústrias aeronáuticas e aeroespaciais, sendo aplicados na fabricação de peças para motores e turbinas, fuselagem de aviões e foguetes. O restante é utilizado nas:

- Indústria química, devido à sua resistência à corrosão e ao ataque químico;
- Indústria naval: o titânio metálico é empregado em equipamentos submarinos e de dessalinização de água do mar;
- Indústria nuclear: é empregado na fabricação de recuperadores de calor em usinas de energia nuclear;
- Indústria bélica: o titânio metálico é sempre empregado na fabricação de mísseis e peças de artilharia;
- Na metalurgia, o titânio metálico, ligado com cobre, alumínio, vanádio, níquel e outros, proporciona qualidades superiores aos produtos. Outra aplicação, que é dada somente com o rutilo, é no revestimento de eletrodos de soldar (DNPM, 2009).

2.3.3 LAVRA DO MINÉRIO DE TITÂNIO

Segundo BRASIL (2010), a produção comercial de minério de titânio no país é liderada pela *Millennium Inorganic Chemicals* do Brasil S/A (PB), responsável por 75% da produção nacional, seguida da empresa Titânio de Goiás S/A (GO), responsável por aproximadamente 20% da produção, e das Indústrias Nucleares do Brasil S/A (RJ), com 5%.

A empresa Titânio Goiás explora minério de magnetita titanífera e responde atualmente por 20% da produção do minério de titânio produzido no país. Resíduos da mineração de minerais radioativos processados pelas Indústrias Nucleares do Brasil compõem o restante da produção de minério de titânio no país (BRASIL, 2010).

A atividade mineraria é realizada via lavras subterrâneas ou a céu aberto. Os depósitos primários de minerais de titânio quase sempre são lavrados pelo método a céu aberto. O minério é desmontado por explosivo e transportado por caminhões (BALTAR, 2005).

O transporte do minério de titânio é dado por caminhões que se deslocam até a frente de lavra, onde o minério e o estéril estão sendo retirados, sendo carregados pelos equipamentos de carga (pá carregadeira) e, em seguida, deslocados para os pontos de descarga. O minério que sai da mina, também chamado de *run of mine* (ROM), normalmente é descarregado nos britadores primários, que fragmentam o minério e alimentam as usinas de beneficiamento ou pilhas de homogeneização. O minério estéril é descarregado nas pilhas de deposição, assim também chamado popularmente como “bota-fora”, que é o solo orgânico retirado e estocado objetivando utilizado na utilização na recomposição da mina (RODRIGUES; PINTO, 2012).

2.3.4 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO

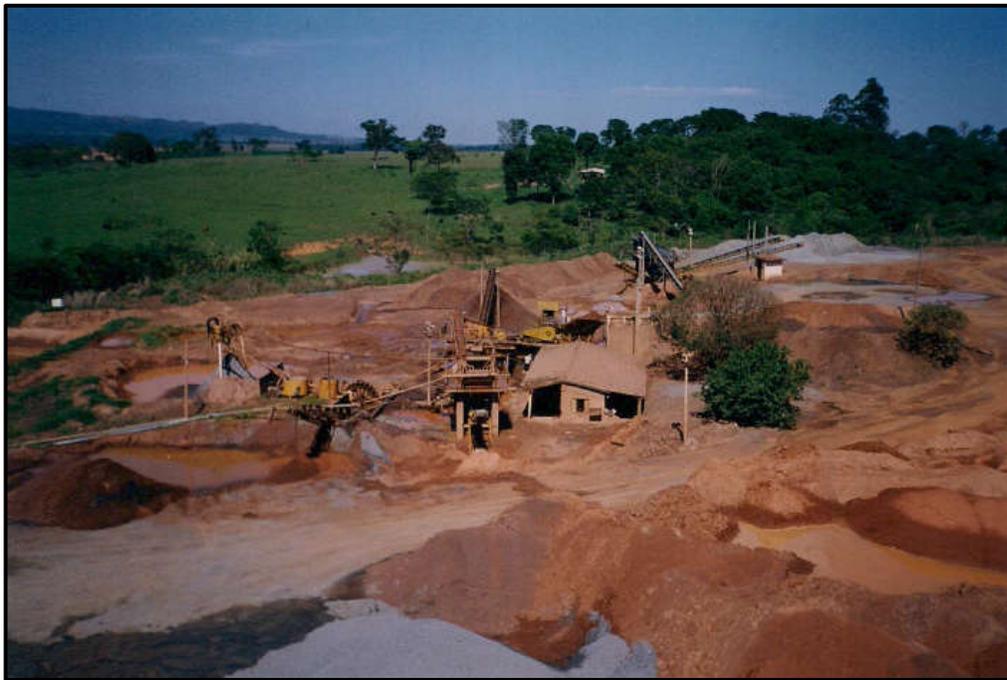
Na mina Teófilo **iniciou**-se suas atividades de extração e beneficiamento de minério de magnetita titanífera no ano de 2000. A extração era realizada pelo método de céu aberto, com instalações de taludes, porém não profunda, constituída por um ponto de lavra principal (chegando com profundidade máxima de 6 metros, mas ampla em largura) e outros alvos secundários – Figuras 22 e 23.

Figura22: Mina Teófilo em fase de lavra



Fonte: Titânio Goiás, 2004.

Figura23: Área de escritório e beneficiamento



Fonte: Titânio Goiás, 2005.

O beneficiamento era dado por britadores no método úmido, fazendo necessária a utilização de bacias de decantação para o tratamento da água, onde era reutilizada pelo empreendimento ou lançada no recurso hídrico mais próximo (Rio Anicuns) – Figura 24.

Figura24:Bacias de decantação

Fonte: Titânio Goiás, 2005.

No ano de 2006, com a exaustão da jazida, concluiu-se a extração de minério na área da cava principal, permanecendo atividades em alvos secundárias. Neste mesmo período, iniciou-se a recuperação desta área. Os pontos secundários obtiveram cessação mineraria somente em abril de 2007, ainda se encontrando em estado derecuperação.

Reis (pag. 48, 2011) expõe que para o preenchimento das cavas desativadas, “o ideal ocorre quando o estéril de uma mina que esta em atividade passa ser o material utilizado para tamponar a cada da mina exaurida”. Assim para a recomposição da topografia foi utilizado material orgânico, que foi armazenado nas proximidades da mina desde o início de sua atividade, acrescentados com resíduos de minério oriundo do beneficiamento. Após isso, recebeu uma cobertura de um metro de solo vermelho, adubo e calcário, para reparação do pH do solo – Figuras 25 e 26.

Figura25:Bacias de decantação em recuperação topografica

Fonte: Titânio Goiás, 2005.

Figura26: Area da mina em recuperação topográfica

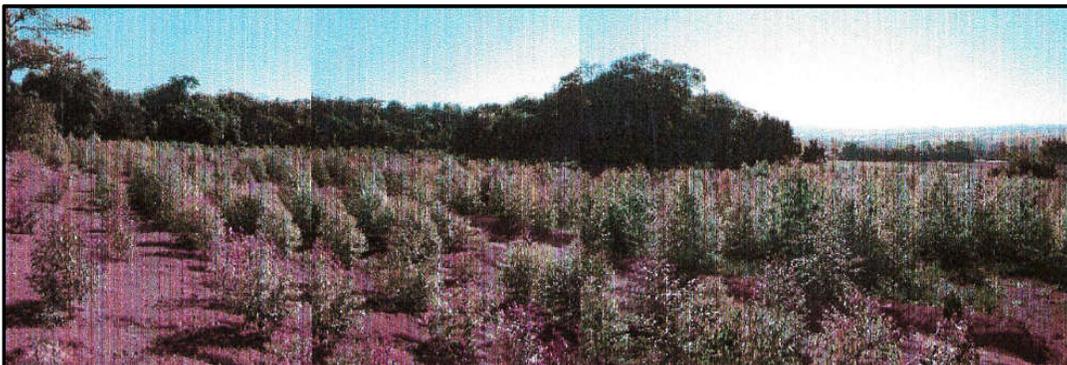


Fonte: Titânio Goiás, 2005.

O critério da reconstituição da flora coube aos proprietários das terras, pois a área da mina atingia duas propriedades, sendo que um dos superficiários solicitou a vegetação por plantas nativas do cerrado e o outro sugeriu o plantio de eucalipto.

Assim sendo, se deu o plantio das mudas nativas, cerca de 1.640 mudas com variação de 40 espécies, entre pioneiras, secundarias e clímax, com plantio em linha abrangendo um terreno de 1,2 hectares, e o plantio de 6.000 mudas da espécie *E. grandis*(eucalipto), também em plantio de linha, em uma área correspondente a 3,5 hectares, assim como solicitado pelos superficiários (Vide Figura 27).

Figura27: Area da mina em recuperação da vegetação.



Fonte: Titânio Goiás, 2005.

2.3.5 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ATIVIDADE MINERÁRIA

Como já exposto, a atividade minerária, como as demais atividades extrativistas, ocasiona uma gama de impactos socioambientais, podendo alterar na qualidade da água, do ar e na potencialidade do solo, como intempéries sobre o substrato desnudo, a emissão de material particulado para a atmosfera, os impactos causados pelas detonações, a alteração paisagística e a geração de efluentes líquidos. (SILVA, 2005)

A avaliação de impactos das áreas em estudo envolve a problemática atual e as possíveis cadeias de consequências que podem ser geradas no decorrer de todas as fases de vida das Minas, analisando os fatores impactantes e os sistemas potencialmente impactáveis.

A seguir estão descritos alguns dos possíveis impactos ambientais das Minas em estudo relativos os meios físicos, biótico e antrópico.

2.3.6 Impactos Ambientais na Mina Terra Santa

As Figuras 28 e 29 que seguem são comparativas do mesmo local da Mina Terra Santa anterior e posterior à implantação do empreendimento.

Figura 28: Área da lavra anteriormente ao desmatamento



Fonte: Britago, 2012

Figura 29: Área da lavra em funcionamento

Fonte: Autoras, 2014.

Conforme visto, para a implantação da mina Terra Santa foi necessário à remoção de uma quantidade significativa de vegetação nativa, o que pode ainda persistir na fase de lavra. A supressão resulta em impacto acentuado à flora, como perda da vegetação da biota local e do banco de sementes. O desmatamento desencadeia ainda uma série de alterações no meio biótico, como a dispersão da fauna (pelo estrondo de explosões e do processo de beneficiamento), remoção da microfauna e ainda alterações na qualidade do solo (MECHI, 2010).

Os impactos negativos em relação ao solo vão desde a retirada (BAGIO, 2010) do composto orgânico superficial, perdendo suas características originais até a total retirada, as atividades desenvolvidas com grau acentuado e mais impactantes, são realizadas principalmente nas etapas correlacionadas a frente de lavra e a britagem.

Impactos no solo também notórios em áreas adjacentes à mina afetada pela retirada da vegetação e/ou do solo superficial, tornam-se vulneráveis ao escoamento pluvial, podendo provocar a lixiviação e erosões (REIS, 2011).

Ainda, existe a possibilidade da contaminação do solo com substâncias graxosas, uma vez que a mina ainda não possui sistema de impermeabilização do solo através de concretagem e caixas separadoras, em áreas de grande incidência de manipulação desse

material, como a oficina e posto de gasolina, pois as mesmas ainda estão sendo construídas (BAGIO, 2010).

Segundo Mechi (2010), com a supressão da vegetação acarreta a retirada do solo superficial, no qual possui maior fertilidade, permanece exposto sendo vulnerável a erosões, lixiviações. E ainda a deposição de sedimentos finos podem prejudicar corpos hídricos próximos, podendo gerar poluição tais como óleos, graxas, metais e outros.

Ainda sobre os aspectos impactantes ao solo, atenta-se para a possibilidade de desenvolvimento de zonas de instabilidade com susceptibilidade a deslizamentos e/ou desmoronamentos provocados pela abertura de frentes de lavra e nos depósitos de estéril e rejeito – Figura 30.

Figura 30: Pilha de estéril ou solo orgânico provido do descaçamento do solo



Fonte: Autoras, 2014.

A presença de deposição de particulados de poeiras no solo, mesmo escoando pela água da chuva, pode atingir o curso hídrico afetando a sua qualidade, visto que as drenagens mais próximas podem ser atingidas pela deposição de materiais sólidos transportando em suspensão – Figura 31. Para a contenção da ação erosiva das águas pluviais, foram implantadas curvas de nível e cacimbas para minimizar danos ao ambiente, conforme demonstrado pela Figura 32.

Segundo Reis (2011) é necessário à criação de um sistema de drenagem de superfície para mitigar o processo de erosão e arraste das partículas liberadas.

Figura 31: Cacimba próxima ao beneficiamento



Fonte: Autoras, 2014.

Figura 32: Curva de nível na estrada próxima ao beneficiamento.



Fonte: Autoras, 2014.

Para o beneficiamento do minério, utiliza-se água para a britagem apenas na forma de aspersão para umidificação do processo, sendo de uso insignificante. Assim o empreendimento é desprovido de barragens de rejeito, simplificando a gestão ambiental e conseqüentemente riscos ao corpo hídrico (Figura 33).

Figura 33: Correia transportadora com a indicação do sistema de aspersão de água.



Fonte: Autoras, 2014.

A aspersão da água em forma de nevoa na área do beneficiamento reduz a incidência de particulados suspensos, minimizando o impacto do ar, que além de gerado pelo processo de britagem também é presente nas operações de desmonte de rocha, carregamento, descarregamento e transporte de veículos em vias não pavimentados – Figuras 34 e 35.

A poeira associada a atividade de mineração geralmente ocorre com resultado da turbulência de partículas finas derivadas de solos e rochas. A formação da poeira é iniciada pela perturbação das partículas da matéria sedimentada em repouso, através das ações mecânicas, por exemplo, da detonação, manuseio e transporte de minério em combinação com o movimento do ar (REIS, 2011, p. 57).

Figura 34: Perfuratriz



Fonte: Autoras em fevereiro de 2014

Figura 35: Britador Primário

Fonte: Autoras, 2014.

Os danos à qualidade do ar, também são notados pela movimentação de veículos e máquinas principalmente em vias não pavimentadas. Para a mitigação são utilizados caminhões pipas que umidifica a estradas três vezes ao dia ou sempre que necessário.

Ainda ocorre o impacto topográfico e paisagístico. Para amenizar o impacto visual, o empreendimento implantou paisagismo nas áreas adjacentes a mina, como expõe a Figura 36.

Figura 36: Imagem demonstrativa do paisagismo mitigando o impacto visual.

Fonte: Autoras, 2013.

2.3.7 IMPACTO SOCIAL NA MINA TERRA SANTA

A Mina Terra Santa iniciou-se as atividades em novembro de 2013. Anterior a sua instalação, havia moradores habitando o local. A vizinhança mais próxima do empreendimento é caracterizada por propriedades familiares com geração de renda através da pecuária e subprodutos. Ainda avizinhado, está locado um condomínio de chácaras denominado “Estancia Alto da Serra”, que distancia em aproximadamente 4 Km.

Para a prospecção dos impactos socioambientais, foram realizadas visitas aos moradores mais próximos ao empreendimento, visando a coleta de dados através de preenchimento de formulários e entrevistas feitas de modo individual e livre. O formulário apresentou questões englobando aspectos a respeito dos impactos ao meio físico e biótico, e principalmente questões onde os moradores estariam sendo beneficiados ou não pela implantação da Mina.

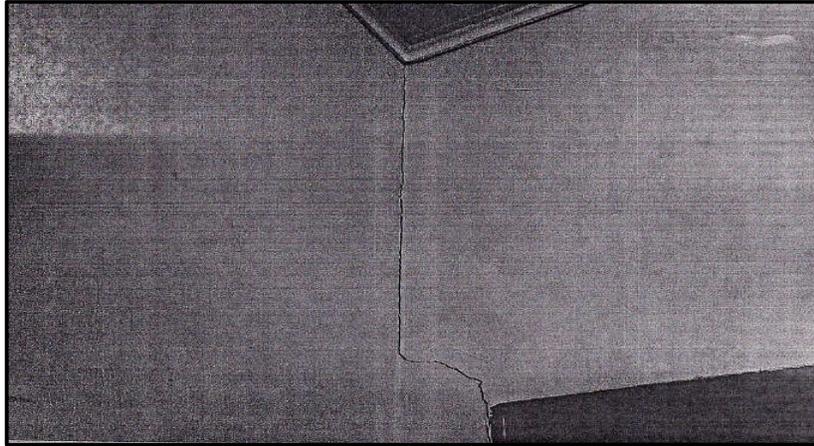
Foram entrevistados somente 05 moradores, numero justificado por ser zona rural, com grandes propriedades, e pelo fato da proibição de entrada no condomínio de chácaras, onde havia o maior número de moradores. Os principais impactos elencados pelos moradores decorrente das atividades de transporte, beneficiamento e detonação foram geração de poeiras, vibrações e ruídos.

Figura 37: Poeira gerada no momento da explosão na Mina



Fonte: Cedida por um morador vizinho da mina, 2013.

Figura 38: Foto de rachadura na parede da cozinha de uma residência a 4 km da mina produzida pelos abalos de explosões



Fonte: Foto cedida por um dos entrevistados, 2013.

Segundo estudos realizados pela empresa as “vibrações são inferiores a 2 mm/s, com frequência de 50 Hz ou superior, e os valores de sobre pressão atmosférica atingiram cerca de 100 dB”. Pelas normas brasileiras NBR 9653 (2004), os dados indicados estão inferiores ao permitido, o que indica baixo impacto.

Para reduzir este tipo de impacto, todos os moradores vizinhos são informados dos horários das detonações, que ocorre no horário diurno, assim como todas as atividades. Outro problema discriminado pelos moradores é o arremesso de rochas no processo de detonação.

O impacto social positivo para todos os moradores (100%) é a geração de renda e trabalho para a cidade e para os moradores, onde relataram o conhecimento de diversas pessoas que trabalham na mina.

A problemática que afeta a saúde ocupacional dos funcionários, são mitigadas pelo uso de EPIs. O corpo técnico da mina é composto por cerca de 20 funcionários. Para a mão de obra direta e operacional, como lavra e beneficiamento, o contingente é de oito pessoas; para a administração são 12 pessoas; para fiscalização e monitoramento ambiental há um funcionário, e como técnico de segurança há também um funcionário. De forma indireta, outros serviços são terceirizados, como o processo de detonação, transporte do minério já beneficiado e estudos geológicos e ambientais.

2.3.8 IMPACTOS AMBIENTAIS NA MINA TEÓFILO

A mina Teófilo sofreu todos os impactos ambientais presentes na Mina Terra Santa quando estava em fase de lavra.

Em loco, não há mais nenhuma atividade minerária e, por isso, nenhuma atividade potencialmente poluidora pode ser percebida. Ressalvado que a área do empreendimento já foi recuperada, os impactos ambientais presentes são positivos, com a recuperação da área com reconstituição topográfica, paisagística e florística. Com a recomposição da flora com vegetação nativa e exótica (eucalipto), a base da cadeia alimentar atraiu a fauna, gerando a recuperação de todo o bioma – Figura 39, 40 e 41.

Figura39: Imagem satelite da Mina Teófilo com os referidos pontos de localização



Fonte: *Google earth*, 2009, modificado pelas autoras.

Com a finalização da lavra ocorreu o término dos empregos ali gerados, porém não ocorreu impactos sociais, pois os empregados foram remanejados para outras minas em atividade nas proximidades. Ainda, vale destacar que um dos superficiários, que possui o plantio do eucalipto, vai realizar o corte dos indivíduos para a venda do mesmo, assim o impacto social é positivo.

Figura40: Foto panorâmica da área recuperada com plantas nativas.



Fonte: Autoras, 2013.

Figura41: Foto panorâmica da área recuperada com eucaliptos e plantas nativas. A seta destaca a cerca, na qual divide as duas propriedades.



Fonte: Autoras, dezembro 2013.

2.3.9 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NAS MINAS DE TERRA SANTA E TEÓFILO DE ACORDO COM A FASE DE ATIVIDADE

É diversificado o número de estudos ambientais focados em impactos positivos e negativos ao meio ambiente e a sociedade em consequência da mineração. Dentre eles enfatiza o Manual de Impacto Ambiental (BRASIL,2013), no qual abrange uma tabela demonstrativa dos processos de lavra a céu aberto e seus efeitos em função do método adotado, sendo o método húmido e a seco.

Na tese de Bacci, Landim, Eston (2006), com ênfase nos efeitos ambientais em diversas fases de exploração dos bens minerais:

como a abertura da cava (retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e modificação da paisagem local); o uso de explosivos no desmonte de rocha (vibração do terreno, lançamento de

fragmentos, gases, poeira, ruído); e o transporte e beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído), afetando, assim, os meios físico, biótico e antrópico (BACCI; LANDIM; ESTON, 2006, p. 6).

Para Bagio (2010) é sábio que diversos impactos são gerados pela extração, dentre eles poluição das águas, do ar, sonora, vibrações, suspensão da vegetação, afugentamento da fauna, perda de solo, perda de nutrientes do solo, compactação do solo, deconformação topográfica e impactos ao meio antrópico. Dentro deste contexto, nos seus ensinamentos, descreve cada item.

E Pontes, Farias e Lima (2013) realizaram um estudo de impacto socioambiental em uma mineradora, no qual aponta seus reflexos ou impactos, positivos e negativos, quanto aos meios: físico, biótico e antrópico.

Em suma, através dos ensinamentos acima citado e das inspeções e avaliação em campo, elaborou-se uma tabela dos impactos ambientais e suas intensidades nas diferentes fases de atividade, da implantação, lavra, beneficiamento até a recuperação, nas Minas Terra Santa e Teófilo, visto pela Tabela 01.

Perante os dados expostos na Tabela 01, finda que as minas Terra Santa e Teófilo, possibilita reflexos socioambientais, desde sua implantação à recuperação ambiental, a saber:

- Meio Físico: A retirada da vegetação reduz a biodiversidade; modifica a paisagem; influencia na perda das características originais do solo e nos aquíferos além de reduzir a disponibilidade de recursos minerais. O desmonte de rochas podem gerar abalos sísmicos, e ainda poluição do ar com a emissão de poeiras e gases. (MECHI, 2010; REIS, 2011; BAGIO, 2010; BACI, LANDIM, ETON, 2006 e PONTES, FARIAS E LIMA, 2013).

- Meio Biótico: Neste meio em todas as fases de lavra, exceto na recuperação ambiental da mina, é notório apenas impactos negativos, vários fatores contribuem: a retirada da vegetação, presença humana, geração de ruídos e vibrações, condicionaram a migração da fauna. Com a recuperação florística na Mina Teófilo, nota-se o impacto positivo, uma vez que, reconstituindo a vegetação, e a fauna provida de alimento, e sem as influências negativas anteriormente citadas, completa o equilíbrio biótico (MECHI, 2010; REIS, 2011; BAGIO, 2010; BACI, LANDIM, ETON, 2006 e PONTES, FARIAS E LIMA, 2013).

Tabela 01: Avaliação de possíveis impactos ambientais positivos e negativos no meio físico, biológico e Antrópico em distintas fases das Minas Terra Santa e Teófilo:

Fases de lavra	Aspectos Atividades	Meio Físico		Meio Biótico			Meio Antrópico										
							Água	Ar				Solo	Flora	Fauna	Vizinhança		
		Interferências em águas superficiais	Gases e Poeira	Vibrações	Ruído	Ultrapassamento		Erosão Zona de Lavra	Interferência na vegetação	Migração da fauna	Ativ. Econômica				Saúde		População
							Geração de tributo				Desvalorização imobiliária	Geração de Emprego	Acidente no trabalho	Doença e danos a saúde	Aumento da população no entorno da pedreira	Alteração visual e paisagística	Conflito no solo e ocupação do solo
Implantação	Remoção da cobertura vegetal	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	P	N	N	P	N	N
Lavra	Perfuração das Bancadas	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	P	N	N	-		-
	Carregamento dos furos com explosivo	-	N	N	N	N	N	N	N	P	N	P	N	N	-		N
	Amarração do fogo	-	N	N	N	N	N	N	N	P	N	P	N	N	-		-
	Detonação de explosivos	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	P	N	N	-	N	N
Beneficiamento	Britagem do minério	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	P	N	N	-		N
Recuperação	Recuperação Topográfica	P	-	-	-	-	P	P	P	N	P	N	-	P	-	P	P
	Recuperação florística	P	-	-	-	-	P	P	P	N	P	N	-	P	-	P	P
Todas	Carregamento e transporte	N	N	N	N	N	N	N	N	-	N	-	N	N	-	N	N

P = Impacto Positivo N = Impacto Negativo - (traço) = inexistência de impacto

Fonte: Pontes, Farias e Lima (2013, pag. 82) Adaptado pelas autoras.

- Meio Antrópico: São notorios impactos positivos e negativos. Os positivos são apontados com a geração de emprego, geração de tributos, ao fornecimento de matéria-prima para as indústrias.

Quanto aos impactos negativos, pôde-se diagnosticar: a) Os trabalhadores e popualão vizinhas, podem desenvolver doenças respiratorias acosionadas pela poluição do ar, decorrente a emissão de poeiras; b) Em todas as fases de lavra expoe o trabalhador a riscos, enfatizando no uso de explosivos; c) Com a detonações alem de emitir sons estrondosos, também produzem abalos sismicos e ultralançamentos de fragmentos de rochas. (PONTES, FARIAS E LIMA, 2013; FRANCISCO, 2013 e BRAGA, 2007).

CONCLUSÃO

Em toda amplitude da ação antrópica pelo planeta é notável que praticamente não existe um ecossistema que não tenha sofrido influência direta e/ou indireta do homem, podendo ser exemplificado como: contaminação dos ambientes aquáticos, desmatamentos, contaminação de lençol freático e introdução de espécies exóticas, resultando na diminuição da diversidade de habitats e perda da biodiversidade.

O que se observa é uma forte pressão do sistema produtivo sobre os recursos naturais, através da obtenção de matéria prima, utilizada na produção de bens que são utilizados no crescimento econômico. O desenvolvimento gerado retorna capital para o sistema produtivo que devolve rejeitos e efluentes, além da degradação (muitas vezes irreversível) ao meio ambiente – poluição (GOULART, 2010).

A atividade de mineração é também um desses procedimentos modificador do meio, que acarreta danos de forma direta ou indireta em escalas de intensidade variáveis, ate mesmo de forma irreversíveis. Sendo prejudiciais ao meio ambiente e social.

No presente trabalho foi indicada uma série de impactos socioambientais decorrentes de uma mina em atividade e de outra em fase de recuperação, se baseando tanto em inspeções de campo como no levantamento de informações registradas pela aplicação de questionário a moradores vizinhos aos empreendimentos.

Na fase de implantação nas minas Terra Santa e Teofilo, os principais impactos se referem à retirada da cobertura vegetal, alterações topográficas e a geração de ruídos e vibrações, porém se fazem presentes dispersão da fauna e flora, contaminação, compactação e erosão do solo e em menor grau, contaminação da água e geração de poeira. Na etapa de lavra e beneficiamento, os impactos mais acentuados se referem à contaminação do solo, alteração do relevo e a produção de ruídos, poeiras e vibrações. Por fim, na fase de recuperação, os impactos indicados são insignificantes.

Sabendo-se que os minérios são um bem de uso social e que o consumo é sempre crescente, faz-se, por isso, extremamente necessário discutir instrumentos e mecanismos conciliatórios, diminuindo ao máximo os impactos ecológicos negativos e, conseqüentemente, os custos econômico-sociais mitigadores. Este trabalho procurou estabelecer um quadro de possíveis interferências com o meio ambiente, ocasionadas

pelas atividades da mineração e identificou as prováveis consequências que essa atividade pode gerar nas interações com o meio físico, ecológico e social.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Antônio Alves e NETO, Arnaldo B. L.de Almeida. *Titânio*. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivo=3999>. Acessado em: 20 jan. 2014.

ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL, Santa Barbara de Goiás. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil/santa-barbara-de-goias_go#caracterizacao>. Acessado em: 15 fev. 2014.

_____. Avelinópolis – GO. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil/avelinopolis_go#renda>. Acessado em: 15 fev. 2014.

AMARAL, Mônica. *Modelos Matemáticos e Heurísticas para Auxílio ao Planejamento de Operações de Lavra em Minas a Céu Aberto*. 2008. Disponível em: <http://pos.dep.ufmg.br/publico/trabalhos/2008_04_14_monica.pdf>. Acessado em: 12 jan. 2014.

BALTAR, Carlos Adolpho Magalhães, et. al. MINERAIS DE TITÂNIO. Centro de Tecnologia Mineral Ministério da Ciência e Tecnologia Coordenação de Processos Minerais – COPM. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2005-142-00.pdf>. Acessado em: 07 dez. 2013.

BACCI, D. C; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. *Aspectos principais e impactos de pedreira em área urbana*. Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v. 1, n.59, p. 47 - 54, jan./mar. 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Manual de Impacto Ambiental: Orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas*. 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/manual_bnb.pdf>. Acessado em: 07 out. 2013.

_____. Ministério de Minas e Energia. *Beneficiamento de Minérios*. 2013. Disponível em: <http://www.pormin.gov.br/biblioteca/arquivo/beneficiamento_de_minerio.pdf>. Acessado em: 15 jan. 2014.

_____. Ministério de Minas e Energia. PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2030 (PNM – 2030). 2010. Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/Plano_Nacional_de_Mineral_2030_Consulta_Publica_10_NOV.pdf>. Acessado em 25 jan. 2014.

_____. Decreto nº 97.632 de 10 de abril de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCiVil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm. Acessado em: 20 out. 2013.

_____. *Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm>. Acessado em: 20 out. 2013.

_____. *Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acessado em: 20/10/2013.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acessado em: 20 out. 2013.

_____. Departamento Nacional de Produção de Minério - DNPM. Mão-de-Obra Em Áreas De Títulos De Lavra, Por Município/Substância, No Estado De Goiás e Distrito Federal, em 2009. 2009. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=5113>. Acessado em: 25 jan. 2014.

_____. *Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986*. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acessada em: 25 jan. 2014.

BAGIO, Lucas Belthron. *Metodologia para Escolha de Jazidas de Argila para Recuperação Ambiental de Áreas Degradadas pela Mineração de Carvão a Céu Aberto*. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00004D/00004D01.pdf>>. Acessado em: 12 out. 2013.

BALTAR, Carlos Adolpho Magalhães, et. al. *Minérios de Titânio*. Centro de Tecnologia Mineral, Ministério das Ciências e Tecnologia Coordenação de Processos Minerários – COPM. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CT2005-142-00.pdf>>. Acessado em: 07 out. 2013.

BRAGA, Alfésio Luís Ferreira et. al. *Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil*. Cad. Saúde Pública Rio de Janeiro, 23 Sup4:S570-S578, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v23s4/09.pdf>>. Acessado em: 14 out. 2013.

BRANDÃO, Marcus Bau. *Brasil Recursos Minerais*. Disponível em: <<http://marcosbau.com.br/geobrasil-2/brasil-recursos-minerais-metalicos/>>. Acessado em: 13 dez. 2013.

BULCÃO, Luís. *Britânicos Recriam a Amazônia na Cornualha*. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/britanicos-criam-a-amazonia-na-cornualha>. Acessado em: 16 jan. 2014.

Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos – COBRAPE, *Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Paranaíba Parte A*. Disponível em: <http://www.cbhparanoa.df.gov.br/noticia_21092012A.pdf>. Acessado em: 16 fev. 2014.

ESTRELA, Valdijon. *A importância da mineração para o estado de Goiás*. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/go/conteudo.asp?IDSecao=423&IDPagina=994>>. Acessado em: 01 fev. 2014.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira. *Os problemas gerados pela mineração*. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/os-problemas-gerados-pela-mineracao.htm>>. Acessado em: 01 fev. 2014.

FREITAS, Vladimir Passos de, *Crimes contra a natureza: de acordo com a Lei 9.605/98*. 8 ed. rev., anual e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2006.

GEO FÍSICA BRASIL. *Impactos da Mineração na Economia Brasileira*. Disponível em: <<http://www.geofisicabrasil.com/noticias/204-clipping/4824-impactos-da-mineracao-na-economia-brasileira.htm>>. Acessado em: 14 out2013.

GOULART, Michael Dave C. *Bioindicadores de Qualidade de Água Como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental*. Disponível em: <<http://apostila.cena.usp.br/Valdemar/CEN0413%20-%20Agrot%C3%B3xicos%20-%20Intera%C3%A7%C3%B5es%20no%20Ambiente/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>>. Acessado em: 12 out2013.

GUIA GEOGRÁFICO CURITIBA - *Arquitetura do Teatro Ópera de Arame na Pedreira*. Disponível em: <http://www.curitiba-parana.com/opera-arama.htm>. Acessado em: 10 dez. 2013.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Minas. *Guia para Planejamento do Fechamento de Mina (2013)*. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002727.pdf>>. Acessado em: 08 jan. 2014 (Documento em elaboração e em fase de consulta pública).

- IBRAM - Instituto Brasileiro de Minas. *Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira*. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001669.pdf>>. Acessada em: 25 jan. 2014.
- ICMM - Conselho Internacional de Ninas e Energias. *O setor de mineração no Brasil: fortalecimento institucional para o desenvolvimento sustentável*. Disponível em: <<file:///home/chronos/user/Downloads/ICMM%20mining%20sector%20in%20Brazil%20case%20study%20%20portuguese%20version.pdf>>. Acessado em: 25 jan. 2014.
- IRAMINA, Wilson Siguemasa. Et al. *Identificação e Controle de Riscos Ocupacionais em Pedreira da Região Metropolitana de São Paulo*. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rem/v62n4/v62n4a14.pdf>>. Acessado em: 14 jan. 2014.
- JUNIOR, Fernando Evangelista Kutchenski. *Geoprocessamento E Meio Ambiente*. Departamento Nacional de Producao de Minerio - DNPM. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/go/conteudo.asp?IDSecao=657>> Acessado em: 10jan. 2014.
- KRÜGER, Paulo Von. *Estudo 57: Mineração. Perspectiva dos Investimentos Sociais do Brasil. PIS*. Disponível em: <<http://web.cedeplar.ufmg.br/cedeplar/site/pesquisas/pis/Estudo%2057.pdf>> Acessado em: 26jan. 2014.
- LIMA, Fabrício Wantoil. *Crimes contra o meio ambiente: aplicabilidade da legislação ambiental no âmbito municipal*. Goiânia: PUC de Goiás, 2010.
- LICCARDO, Antonio; PIEKARZ, Gil; SALAMUNI, Eduardo. *Geoturismo em Curitiba*. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/GeoturismoemCuritiba_portugues.pdf>. Acessado em: 27jan. 2014.
- MECHI, Andréa e Djalma Luiz Sanches. *Impactos ambientais da mineração no estado de são Paulo*. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v24n_68/16.pdf>. Acessado em: 14 out. 2013.
- MELO, Hermano. *O impacto social e ambiental da mineração*. Disponível em: <<http://www.pstu.org.br/node/9116>>. Acessado em: 29jan. 2014.
- OLIVEIRA, Daniel; et al. Os Recursos Minerais em Nossas Vidas. ineti Área de Geologia Económica Maio de 2007. Disponível em: <http://www.ineg.pt/download/1446/folheto_minerais.pdf>. Acessado em: 27jan. 2014.
- PEIXOTO, Eduardo Motta Alves, *Titânio*, revista online química nova na escola n° 23, maio 2006. Disponível em: <<http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc23/a14.pdf>>. Acessado em: 12 out. 2013.
- PONTES, Júlio Cesar de; FARIAS, Maria S. Sobral de; LIMA, Vera Lúcia Antunes de. *Mineração e seus reflexos socioambientais: estudo de impactos de vizinhança (EIV)*

causados pelo desmonte de rochas com uso de explosivos. *Revista Polemica*, V 12, nº 1 de jan/mar de 2013.

QUARESMA, Luiz Felipe. *Produto 22 Agregados Para Construção Civil*. Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P22_RT30_Perfil_de_brita_para_construcao_civil.pdf>. Acessado em: 01 mar. 2014.

REVISTA INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO – IBRAM Instituto Brasileiro de Mineração, jun de 2008, Ano III, n. 17, 2008, pag 12 a 14. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/700/784/00001616.pdf>>. Acessado em: 21 dez. 2013.

RODRIGUES, LásaraFabrícia; PINTO, Luiz Ricardo. Análise comparativa de metodologias utilizadas no despacho de caminhões em minas a céu aberto Rev. Esc. Minas vol.65 no.3 Ouro Preto July/Sept. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-4672012000300015&lang=pt>. Acessado em: 20 out. 2013

SANCHEZ, Luis Enrique. *Desengenharia: O Passivo Ambiental na desativação de Empreendimentos Industriais*. São Paulo. Edusp: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SANTOS, Harlen Inácio; OLIVEIRA, Leandro Gonçalves; FIOREZE, Ana Paula. *Avaliação das Vazões Alocáveis na Bacia Hidrográfica do Rio dos Bois e sub-bacia do Rio do Peixe, Estado de Goiás*. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 11 n.2 Abr/Jun 2006, 47-58. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/2cd1ad24f5a03ea78ea9baf7ce7c00ae_cfaae621b71a389705b64dee241e3dbf.pdf> Acessado em: 25 fev. 2013

SANTOS, Juarez Fontana dos. Ministério de Minas e Energia. *Produto 16 Titânio*. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P16_RT36Perfil_do_Titxnio.pdf>. Acessado em: 20 out. 2013

SILVA, João Antônio. A Mineração de Brita na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.tede.ufop.br/tde_arquivos/15/TDE-2006-07-18T08:29:56Z-76/Retido/JOAO%20ANTONIO.pdf>. Acessado em: 20 fev. 2014

TONIDANDEL, Rodrigo de Paula; PARIZZI, Maria Giovana; LIMA, Hernani Mota de. *Aspectos Legais e Ambientais Sobre o Fechamento de Mina, Com Ênfase no Estado de*

Minas

Gerais.

Disponível

em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.igc.ufmg.br%2Fgeonomos%2FPDFs%2F20121%2F04_Tonidandel_et_al.pdf&ei=dZ7OUqKBJMW5kQfzjIHABA&usg=AFQjCNFtFM3WxH1Q-iHxc8nFOv-evQNzUg&sig2=PtTGa87D_YRjYYZRMQWZiA&bvm=bv.59026428,d.eW0>.

Acessado em: 18 dez. 2013

VIEIRA, Camila. *Fechamento de Mina – A evolução das cidades mineradora.*

Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/957>.

Acessado em: 27 jan. 2014.