

Ministério da Educação
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral
PPGEMinas – UFPE

Sustentabilidade Operacional no Contexto da Indústria Mineral:
caso da lavra de caulim no município de Cabo de Santo
Agostinho/PE

Adriana Maurício Pereira da Silva
Engenheira de Minas

Orientador: Prof. Dr. Carlos Magno Muniz e Silva

Recife, 2008

Ministério da Educação
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral
PPGEMinas - UFPE

Sustentabilidade Operacional no Contexto da Indústria Mineral:
caso da lavra de caulim no município de Cabo de Santo
Agostinho/PE

por

Adriana Maurício Pereira da Silva
Engenheira de Minas

Trabalho realizado no Laboratório de Controle Ambiental na Mineração -
LACAM - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral -
PPGEMinas, UFPE.

Recife, 2008

SUSTENTABILIDADE OPERACIONAL NO CONTEXTO DA
INDÚSTRIA MINERAL: CASO DA LAVRA DE CAULIM NO
MUNICÍPIO DE CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE

Submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Mineral –
PPGEMinas, como parte dos requisitos para obtenção de Título de

MESTRE EM ENGENHARIA

Área de concentração: Minerais e Rochas Industriais
Linha de Pesquisa: Gestão Ambiental na Mineração

por

Adriana Maurício Pereira da Silva
Engenheira de Minas

2008

S586s

Silva, Adriana Mauricio Pereira da.

Sustentabilidade operacional no contexto da indústria Mineral: caso da lavra de caulim no município de Cabo de Santo Agostinho / Adriana Mauricio Pereira da Silva. -Recife: O Autor, 2008.
viii, 70 folhas, il : tabs.,grafs., figs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, 2008.

Inclui Bibliografia e Anexo.

1. Engenharia Mineral. 2.Mineração. 3.Lavra de Caulim. 4. Sustentabilidade. I. Título.

UFPE

623.26

BCTG/ 2009-100



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MINERAL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE

ADRIANA MAURÍCIO PEREIRA DA SILVA

**“SUSTENTABILIDADE OPERACIONAL NO CONTEXTO DA
INDÚSTRIA MINERAL: CASO DA LAVRA DE CAULIM NO
MUNICÍPIO DE IPOJUCA, ESTADO DE PERNAMBUCO”.**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MINERAIS E ROCHAS INDUSTRIAIS

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência da
Dr. Carlos Magno Muniz e Silva, considera a candidata.

Adriana Maurício Pereira da Silva, Aprovada.

Recife, 29 de agosto de 2008.

Dr. Carlos Magno Muniz e Silva (UFPE) – Orientador

Dr^a. Geraldo Souza Ferreira (Primeiro Examinador - Externo) UFF

Dr^a Kenia Valença Correia (Segundo Examinador - Interno) UFPE

Júlio César de Souza (Terceiro Examinador Interno) UFPE

Aos meus pais
Nelita Maurício da Silva e Argemiro Pereira da Silva
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Tendo em vista a abrangência dos estímulos recebidos durante a concepção de uma Dissertação, os agradecimentos não poderiam deixar de fazer parte desta. Então, meus agradecimentos são voltados para:

Primeiramente à Deus, que realmente esteve comigo durante toda minha caminhada e fez com que eu realizasse meus sonhos e alcançasse mais do que imaginei.

À meus Pais, que abaixo de Deus, devo tudo. Sem eles não conseguiria a segurança, fé e coragem para que chegasse a um dos meus objetivos, a realização desta Dissertação. E aos meus irmãos, meu agradecimento pela compreensão da quase sempre impaciência.

Pelo esforço, paciência e bom senso, agradeço ao meu orientador Dr. Carlos Magno Muniz e Silva.

Aos amigos que já tinha e aos que adquiri no decorrer desta caminhada, demonstrando-me apoio nas horas de aflição e angústia: Achilles Dias, José Carlos da Silva, Adelson Prado, Rosianne Peixoto, Suely Andrade, Carem Vieira, Eliseu Romero, Fabiano Martins, Farah Diba, Jacyara Maria, Leila Baltar, Paulo de Tarso Fonseca, Carlos Torres, Flávia de Freitas, Alessandra Gorete, Renata Barreto, o meu eterno agradecimento.

Na UFPE é fundamental agradecer a atenção da amiga e secretaria do PPGEMinas Voleide Barros e aos funcionários da graduação em Engenharia de Minas, assim como aos docentes desta Instituição.

Na última fase da Dissertação, ficou mais difícil atingir a conclusão do mestrado, pois, para manter concomitantemente trabalho e mestrado, só com tolerância e paciência de ambas as partes. Agradeço ao chefe do 12^o Distrito do DNPM, Dr. Jocy Gonçalo de Miranda, assim como a todo quadro de funcionários desta Autarquia.

Agradeço a contribuição da empresa Itapoama Mineração Ltda., em especial ao Eng^o de Minas Marcondes Romero de Sá Vidal, pelo grande apoio sempre, tanto no que se refere

aos dados da empresa, necessários à realização deste trabalho, como a sua disposição no que fosse preciso para levantamento de dados.

À CAPES, pela oportunidade de adquirir auxílio, na forma de bolsa de estudo, durante vinte meses.

S U M Á R I O

Lista de figuras	v
Lista de tabelas	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
 Capítulo 1 – INTRODUÇÃO	 1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVAS	9
1.3 OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS	10
1.4 METODOLOGIA EMPREGADA	10
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	11
 Capítulo 2 – A MINERAÇÃO A CÉU ABERTO NO CONTEXTO SUSTENTÁVEL	 12
2.1 METODOLOGIAS DE LAVRA DE MINAS	12
2.2 ASPECTOS AMBIENTAIS	16
2.3 CONTEXTO SOCIOECONÔMICO	17
2.4 A LEGISLAÇÃO MÍNERO-AMBIENTAL	19
 Capítulo 3 – A MINERAÇÃO DE CAULIM NO CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE: caso da Itapoama Mineração Ltda	 23
3.1 LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO	23
3.2. CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL DO EMPREENDIMENTO	24
3.3 A CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	36
3.4 GESTÃO AMBIENTAL PRATICADA	39
	44

Capítulo 4 – A MINERAÇÃO ITAPOAMA LTDA NA ÓTICA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

4.1 A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO SUSTENTÁVEL	44
4.2 A GESTÃO AMBIENTAL CONSORCIADA: MINERAÇÃO & AGRICULTURA	49
4.3 A RECUPERAÇÃO & REABILITAÇÃO EMPREGADAS	50

Capítulo 5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 CONCLUSÕES	58
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	59

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

61

ANEXOS

A.1 PLANTA DE SITUAÇÃO DA ÁREA (DNPM PROCESSO Nº 840049/2002).	69
A.2 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E POLIGONAL QUE ENVOLVE O PROCESSO 840049/2002	70

LISTA DE FIGURAS

Fig. 2.1 Método de Lavra “open pit mining”	15
Fig.2.2 Lavra em tiras na mina de caulim da Itapoama Mineração Ltda. no Cabo de Santo Agostinho/PE.	16
Fig.3.1 Localização da área de estudo.	23
Fig. 3.2 (a) Perfil litológico da área de estudo.	25
Fig. 3.2 (b) Áreas a serem lavradas.	25
Fig. 3.3 Método de lavra em tiras Stripping Mining.	28
Fig. 3.4 Método de lavra em tiras Stripping Mining.	28
Fig. 3.5 Operações unitárias de desmonte e carregamento.	28
Fig.3.6 Caminhões carregados devidamente cobertos com lona.	29
Fig. 3.7 Pilhas de minério estocados próximo da lavra.	29
Fig.3.9 Depósito de material de empréstimo.	31
Fig.4.1 Representação do conceito de sustentabilidade na mineração (ZYL, 2000 apud GRANDAL, 2000 apud AMADE, 2006).	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 – Resumo das fases de um empreendimento (mina) (HARTMAN, 2002).	<i>1</i>
TABELA 2.1 Licenciamentos, requerimentos, órgãos e competências	<i>20</i>
TABELA 2.2 Órgãos e responsabilidades.	<i>21</i>
TABELA 3.1 Preço unitário, produção e faturamento dos minérios.	<i>32</i>
TABELA 3.2 Preço de equipamentos / hora trabalhada.	<i>32</i>
TABELA 3.3 População do Cabo de Santo Agostinho entre os anos de 1970 e 2006.	<i>38</i>
TABELA 3.4 Impactos causados ao ambiente.	<i>39</i>
TABELA4.1 Propostas para afiançar o aproveitamento sustentável dos bens minerais no Brasil (SCLAR, 2000).	<i>51</i>
TABELA 4.2 Algumas opções de usos futuros.	<i>52</i>
TABELA4.3 Comparação de condutas de fechamento de empreendimentos mineiros adotadas em países minerais.	<i>54</i>

RESUMO

A presente Dissertação objetiva estudar a inserção da Indústria Mineral no modelo de *Desenvolvimento Sustentável*. Para tanto, fez-se uso de um estudo de caso - a lavra de minas da Mineração de Caulim Itapoama Mineração Ltda, localizada à Rodovia PE 60, km 12,80 no município de Cabo de Santo Agostinho-PE -, que contempla o consorciamento do método de lavra de minas praticado “*stripping mining*” (ou lavra em tiras) com a atividade agrícola da monocultura de cana-de-açúcar, principal atividade econômica local. E neste contexto, conforme postulados do *Desenvolvimento Sustentável*, garantir às futuras gerações formas de recuperação & reabilitação sustentáveis das áreas pseudo-mineradas, bem como promover a integração sustentável entre setores do aparelho produtivo primário (Mineração e Agricultura) da economia local/regional. A pesquisa partiu de levantamento bibliográfico acerca dos indicadores de sustentabilidade compatíveis com a Indústria Mineral (Capítulo 2), seguida de observações de campo das operações unitários da lavra de minas e da recuperação & reabilitação ambiental praticados pelo empreendimento estudado, que se integram à prática da monocultura da cana-de-açúcar realizada no município de Cabo de Santo Agostinho/PE (Capítulo 3). E por fim, co-relacionar os supracitados indicadores no contexto da ótica do *Desenvolvimento Sustentável* aplicados à Indústria Mineral, configurando os capítulos 4 e 5 correspondentes à contribuição final do trabalho.

Palavras-chave: mineração e sustentabilidade, lavra de caulim, mineração e meio ambiente.

ABSTRACT

The current essay aims to study the insertion of the Mineral Industry in the model of Sustainable Development. Therefore, one made use of case study - the activities of cultivating mines at the Kaolin Mining Itapoama Ltda, located at the Highway PE 60, km 12.80 in the Cabo de Santo Agostinho city in the state of Pernambuco, which contemplates the consortium of the method of cultivating of mines practiced stripping mining (or cultivating in straps) with the agricultural activity of the sugar cultivation, had as main regional economic activity. And in this context, according to postulates of the Sustainable Development, to guarantee to the future generations a way of sustained recovering & rehabilitation of the pseudo-mined areas, as well as promoting the sustainable integration between sectors (Mining and Agriculture) of the primary productive device of the local/regional economy. The research originated from bibliographical survey concerning the pointers of sustainability compatible with the Mineral Industry, followed of comments of field of the unitary operations of cultivating mines and the environmental recovery & rehabilitation practiced by the studied enterprise that integrates to the practicing of the cultivation of the sugar cane carried through in the city of Cabo de Santo Agostinho /PE. And thus, co-relate the above-mentioned pointers in the point of view context f the Sustainable Development applied to the Mineral Industry, configuring the chapters 4 and 5 correspondents to the final contribution of the work.

Key-word: mining and sustainability, cultivating of kaolin, mining and environment.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 GENERALIDADES

Atualmente, a seqüência das fases/etapas e atividades de um empreendimento mineiro, segundo HARTMAN (2002) e HERRMANN (2006), é a seguinte: prospecção, exploração, desenvolvimento, exploração e recuperação & reabilitação, conforme mostrado na Tabela 1.1 a seguir.

Tabela 1.1 - Resumo das fases de um empreendimento mineiro (HARTMAN, 2002).

FASE	PROCEDIMENTOS	TEMPO
	<i>PRÉ-MINERAÇÃO</i>	
PROSPECÇÃO (depósito mineral)	Procura do minério: a) Métodos de prospecção Diretos: físicos, geológicos. Indiretos: geofísica e geoquímica. b) Localização favorável (mapas, literatura, minas antigas). c) No ar: fotografia aérea, satélite. d) Na superfície: geofísica e geologia. e) Anomalias locais, análises, avaliação.	1 – 3 Anos
EXPLORAÇÃO (corpo de minério)	Definição externa e valor do minério: a) Amostra (perfuração ou escavação), ensaios, testes. b) Estimativa da tonelagem e grau. c) Avaliação do depósito (antiga fórmula) valor presente = renda – custo. Estudo de possibilidade: o mercado quem decide abandonar ou desenvolver.	2 – 5 Anos
	<i>MINERAÇÃO</i>	
DESENVOLVIMENTO (perspectivas)	Abertura do depósito de minério para produção: a) Adquirir direitos minerários (aquisição ou locação), se não for feito na fase anterior. b) Classificar os impactos ambientais, situação, avaliação tecnológica, permissão. c) Construção de estradas de acesso, sistema de transporte. d) Localização da superfície vegetal, construção de instalações. e) Escavação do depósito.	2 – 5 Anos

FASE	PROCEDIMENTOS	TEMPO
EXPLOTAÇÃO (mina)	Produção de minério em larga escala a) Fatores para escolha do método: geológico, econômico, ambiental, social e de segurança. b) Tipos de métodos de mineração: Em superfície: pen pit, open cast, etc. Em profundidade: room and pillar (câmaras e pilares), block caving, etc. c) Monitorizar custos e recuperação econômica (3 – 10 anos).	10 – 3 Anos
	<i>PÓS-MINERAÇÃO</i>	
RECUPERAÇÃO (real estado)	Restauração do sítio: a) Remoção da planta e edificações. b) Recuperação dos resíduos e retirada dos refugos. c) Monitoramento das descargas.	1 – 10 Anos

A lavra de minas (ou exploração mineral) é definida legalmente nos artigos 36 e 45 do regulamento do Código de Mineração definido como: “entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, a começar da extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o seu beneficiamento”. Segundo HERRMANN (2006) fica atrelado à lavra a presença de dois elementos: autorização governamental e gerência técnica compatível. Um dos processos para autorização governamental, de acordo com o autor supracitado, é a Concessão de Lavra, que depende, entre outras coisas, da aprovação do Relatório Final de Pesquisa pelo órgão fiscalizador. Se esse for aceito, o pretendente submete o seu requerimento de lavra ao Departamento de Produção Mineral-DNPM, juntamente com o Plano de Aproveitamento Econômico-PAE.

Dentre as atividades industriais, a Indústria Mineral é considerada um dos grandes pilares do desenvolvimento econômico, apesar de ser reconhecida como uma das atividades que mais prejudicam o meio ambiente, causando impactos negativos na maioria das vezes, durante todas as fases de um empreendimento:

- (i) Pré-operacional (pesquisa mineral, fase de projeto e implantação);
- (ii) Operacional (lavra, beneficiamento e expedição); e
- (iii) Desativação (recuperação e reabilitação ambiental, descomissionamento e/ou desativação da Mina).

No setor mineral, existem alguns impactos inerentes a essa atividade. Esses impactos dependem da metodologia da lavra, tecnologia de beneficiamento, do método de lavra praticado de acordo com o modelo geológico, entre outros. Enfim, esses impactos devem ser absorvidos nas operações de Controle Ambiental e o seu planejamento direcionado a cada caso.

O meio ambiente vem atraindo, principalmente nas últimas décadas, a atenção e o interesse da sociedade em geral. A sua degradação e sua relação com o crescimento econômico é uma preocupação com magnitude mundial.

Até a década de 60 o setor mineral era desprovido das exigências ambientais: sistema de licenciamento e seus instrumentos de Gestão Ambiental. No entanto, aos poucos, foi sendo exigida a incorporação dos condicionantes ambientais aos projetos mineiros, de tal forma que os aspectos ambientais se tornaram de suma importância em todas as etapas da mineração, desde sua implementação até a sua desativação e/ou fechamento.

O Setor Mineral, no que tange a preocupação com o meio ambiente, pode ser representado por três fases cronológicas, segundo BARRETO (2001). A *Primeira Fase* foi inserida até os anos 60, sendo identificada por uma visão fragmentada no que diz respeito à proteção ambiental que privilegiava apenas alguns recursos minerais, dentre esses, àqueles relacionados à saúde humana, com relevância ao controle da água potável, da flora e da fauna. De modo mais restrito no tocante ao ambiente de trabalho; entre os anos 70 e 80, iniciava-se a *Segunda Fase*, com a ampliação das questões em relação ao meio ambiente, incrementando nesse âmbito cuidados com a poluição ambiental e o crescimento das cidades, culminando com a visão prospectiva relativo ao meio ambiente como um ecossistema global. Por fim, a *Terceira Fase*, a partir dos anos 90, colocando em questão o modelo de Desenvolvimento Sustentável como o grande desafio, ou seja, como conciliar desenvolvimento econômico e social com preservação do ecossistema.

A imagem da sociedade ao longo dos anos, em relação à mineração, é de que esta é uma atividade destruidora do meio ambiente. De acordo com KOPPE (2005) a mineração, tanto no Brasil como no exterior, é tida como uma das grandes vilãs do meio ambiente, implicando em sérios impactos ambientais como: desmatamento, alterações topográficas, erosão e poluição dos rios, ar e solo; fazendo-se necessário a disponibilização, por parte dos órgãos ambientais, de um maior rigor na fiscalização dos empreendimentos ligados a essa atividade.

No que diz respeito às questões políticas de governo, o Setor Mineral encontra-se em desvantagem, pois, o enfoque destinado a essa atividade é desfavorável, ficando contemplados apenas os impactos negativos, quando sabe-se que os impactos positivos são bastante relevantes. Igualmente também desfavorece tal atividade a falta de técnicos capacitados ligados aos órgãos fiscalizadores do meio ambiente, dificultando ainda mais o desenvolvimento e o crédito nesta atividade.

Sobre os impactos ambientais causados pela atividade de mineração, esses devem contemplar a reversibilidade, pois, segundo CAMPOS *et al* (2007), se não assim o for, o órgão ambiental competente negará a licença e conseqüentemente, a outorga do Título Minerário será vetada pelo DNPM.

O Processo de Avaliação de Impacto Ambiental-AIA foi instituído no Brasil pela Lei nº 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA), e regulamentado pelos Decretos nºs 88.351/83 e 99.274/90. A efetiva aplicação do Processo de AIA teve início com a Resolução CONAMA nº 001/86, de 23.01.86, que estabelecem critérios básicos para a exigência do Estudo de Impacto Ambiental-EIA no licenciamento de projetos de atividades modificadoras do meio ambiente, propostos por entidade pública ou pela iniciativa privada (SECTMA/CPRH, 2002).

Quando se estuda o setor mineral não se pode esquecer que este, à semelhança de outras atividades, possui algumas características especiais que o diferencia dos demais setores econômicos.

Entre as características mais importantes, segundo DNPM (1996) *apud* CAMPOS *et al*. (2007), destacam-se: a EXAUSTÃO, pois, na mineração, os bens minerais não são infinitos e nem renováveis. A exaustão não ocorre apenas fisicamente, ela pode acontecer mediante outras causas como, por exemplo: a exaustão política, a exaustão econômica e até a exaustão por razões sócio-ambientais.

A RIGIDEZ LOCACIONAL, pois não se pode escolher o local onde ocorrem as jazidas, a exploração ocorre onde elas se encontram, essa localização depende das condições geológicas, que muitas vezes podem ocorrer sob Áreas de Preservação Permanente (APPs). “Os fatores geológicos ligados à localização natural da jazida e ao grande volume das reservas, proporcionando longa vida útil aos empreendimentos, são fatores rígidos e imutáveis que impedem a mudança das áreas de extração”. (BACCI e ESTON, 2006).

Por outro lado, tem-se o ALTO RISCO DO EMPREENDIMENTO, uma vez que nem todos os projetos realmente transformam-se em mina, pois o conhecimento real da

jazida dá-se apenas ao final da lavra, por se tratar de um setor que requer um alto investimento, combinado com um risco de retorno e incerteza futura em relação a outros setores produtivos.

A SINGULARIDADE DAS JAZIDAS E MINAS é outra característica peculiar da mineração. Neste caso, ela exige projetos personalizados para os planos: de pesquisa, de aproveitamento econômico, de recuperação de áreas degradadas e de fechamento. De acordo com esta singularidade, faz-se um MONITORAMENTO AMBIENTAL ESPECÍFICO (outra peculiaridade da mineração), desenvolvido para cada projeto.

O LONGO TEMPO DE MATURAÇÃO também faz parte das características desse setor, por necessitar de um período de tempo muito grande, tanto em relação ao investimento inicial até ter-se o lucro esperado, quanto em relação ao tempo entre a descoberta e a produção, somando um tempo de aproximadamente 10 anos.

Quanto a VARIAÇÃO NA FORMA E CARACTERÍSTICAS DAS JAZIDAS, essa influencia diretamente na escolha do método de lavra e beneficiamento, através de suas formas, teores, características físico-químicas entre outras.

Por fim, adição de NOVAS TECNOLOGIAS, característica importante para o futuro do setor mineral, pois se trata de uma atividade dependente dessas novas tecnologias, sendo necessárias pesquisas buscando a identificação e o desenvolvimento para essas novas propostas.

Os recursos minerais são bens finitos, isso é um fato. Esse fato, associado à distribuição geográfica desigual da crosta terrestre, destaca POLETTO (2006), que deve existir uma preocupação em realizar avaliações constantes na exploração dos bens minerais e uma idealização do seu uso em longo prazo. Para isso são necessários investimentos na descoberta do potencial mineral em questão.

A Constituição Federal (1967) determinou que todos os recursos minerais, inclusive os do subsolo, são bens da união. Desde então, grande passo foi dado na organização da atividade de mineração no Brasil com a criação do Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227, de 28 de Fevereiro de 1967). O Código de Mineração conforme seu artigo 1º delega poderes à União para administrar os recursos minerais, a indústria de produção mineral e a distribuição, o comércio e o consumo de produtos minerais. (SIRVINSKAS, 2006)

Com relação a outras atividades industriais, pode-se considerar a mineração como uma das atividades que menos acarretam danos ambientais. Segundo a Dra. Elisabeth Elias Bohm, apenas 0,2% do território nacional é para uso mineral. Esse fato se faz mais explicativo se for

feita uma comparação com algumas atividades como as agrícolas e pastoris, que para sua atuação se faz necessário desmatamento, revolvimento do solo, aração, uso de fertilizantes e agrotóxicos, uso de espécies geneticamente modificadas e com a urbanização, sendo esta representada pela construção em geral, que impermeabilizam e esterilizam áreas muito mais significativas, ocasionando danos irreversíveis e irreparáveis ao meio ambiente. (CAMPOS *et al*, 2007).

Atualmente, as empresas de mineração prezam pela prática de lavra de acordo com a legislação ambiental. Essa condição iniciou-se em meados da década de 80 e vem se aprimorando aos poucos. Assim, KOPPE (2005) destaca que um grande número de empresas de atividade mineral, encontra-se de posse dos instrumentos principais visando a minimização dos impactos ambientais, são eles: (EIA) - Estudos de Impacto Ambiental e (PCA) - Planos de Controle Ambiental e Plano de Fechamento de Mina que deve fazer parte da atividade mineral desde a etapa inicial até a completa reintegração da área com a sociedade e sempre levando em consideração os custos.

BACCI e ESTON (2006) em se tratando do tema Impacto e Aspecto Ambiental definiram que, de acordo com a NBR ISO 14001 (1996), o aspecto ambiental pode ser definido como "elemento das atividades, produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente" e impacto ambiental como "qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização". Destacam os autores que apenas dessa maneira seria possível apoiar medidas, que tivessem como objetivo melhorar a situação conflitante existente entre a atividade mineral e a sociedade.

Na atividade mineira, os impactos ambientais geralmente ocorrem principalmente na fase de exploração dos recursos minerais, de acordo com BACCI e ESTON (2006). Esses efeitos são percebidos na abertura das cavas; que consiste na supressão vegetal, escavações, mudança do visual, movimentação de massas, uso de explosivos na maioria dos casos provocando vibrações, ruído, poeira, etc.; no transporte e beneficiamento gerando poluição no local e nas regiões vizinhas. CARVALHO (2004) por sua vez, destaca os principais impactos ambientais acarretados pela Mineração:

Alteração do lençol de água subterrâneo;

Poluição sonora, visual, da água, ar e solo;

Impactos sobre a fauna e a flora;

Assoreamento, erosão, mobilização de terra;

Instabilidade de taludes, encostas e terrenos em geral; e
Lançamento de fragmentos e vibrações.

A Constituição Federal (1988) dedica um capítulo ao Meio Ambiente, em seu corpo, estabelece um conjunto de princípios, instrumentos e obrigações, de grande valia para as lutas ambientais. O art. 176, § 1º a 4º, versa sobre as Jazidas e recursos minerais (SECTMA/CPRH, 2002). Estabelece também, que os estados têm a responsabilidade de compor uma Legislação Ambiental, segundo suas necessidades, quanto ao órgão federal, este ficou incumbido o estabelecimento dos requerimentos gerais. (STAMM, 2003).

O Licenciamento Ambiental diz respeito ao processo administrativo, exigências legais e ferramentas utilizadas pelo poder público, onde este é representado pelos órgãos ambientais para a realização do controle ambiental daqueles estabelecimentos considerados potencial e/ou efetivamente poluidores, de acordo com a Resolução CONAMA 237 de 1997.

Um artifício importante, que deveria contemplar a legislação ambiental, é quanto da sua simplificação, com a pretensão de se conseguir normas eficazes, inseridas na questão do desenvolvimento sustentável. No entanto, a legislação ambiental carrega consigo uma burocracia, além de não ser clara, torna-se um agente complicador, fazendo com que seja estimulada a ilegalidade e corrupção. (CARVALHO, 2004).

No processo de licenciamento são expedidos três tipos de licenças ambientais: Licença Prévia – LP; Licença de Instalação – LI; e Licença de Operação – LO. No estado de Pernambuco, por sua vez, essas licenças são regulamentadas segundo a lei nº 12.916, de 08 de novembro de 2005, ainda se somam às licenças supracitadas a Autorização e a Licença Simplificada.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o setor mineral vem crescendo sua importância, cada vez mais, no desenvolvimento brasileiro, principalmente nos setores econômicos e sociais, por consequência de seu imperialismo em relação ao fornecimento dos insumos básicos na indústria de transformação. O PIB da indústria de transformação mineral brasileira é estimado em 28%. Então, é de suma importância a preservação ambiental, aliada ao desenvolvimento econômico, levando em consideração as exigências mercadológicas (SCHENINI *et al.* 2005). Portanto, considera-se que o Setor Mineral é indiscutivelmente de grande importância e responsabilidade para o desenvolvimento do país, podendo gerar impactos positivos como, por exemplo, o fornecimento dos insumos básicos, contemplando os setores econômicos (primário, secundário e terciário), assim como gerar impactos negativos, pois para fornecer esses insumos, é necessário que haja algum prejuízo ao meio

ambiente, sobretudo na exploração e exploração, assim como no beneficiamento. (HERRMANN, 2006).

“No Brasil, a mineração é a atividade econômica mais controlada pela legislação ambiental e a única citada nominalmente em vários dispositivos de proteção do meio ambiente presente na Constituição Federal de 1988” (HERRMANN, 2006).

O setor mineral tem responsabilidade nas receitas fiscais, dando uma atenção especial a Compensação Financeira pela Extração Mineral (CFEM). Como está disposto na Constituição Federal de 1988, “é assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração” (art. 20, § 1º da CONSTITUIÇÃO FEDERAL).

A mineração é uma atividade altamente impactante ao meio ambiente. (MACHADO, 2005 *apud* HERRMANN, 2006), afirma que apesar do grau de impactância da atividade mineral, pode-se e deve-se agir utilizando medidas minimizadoras para com esta atividade. Destaca o autor supracitado, que os impactos podem ser minimizados em três momentos distintos:

- Antes do licenciamento da atividade, através do Estudo de Impacto Ambiental (EIA);
- Durante o funcionamento do empreendimento (Auditoria e PCA) e;
- Pela recomposição posterior à lavra, conforme previsão constitucional (PRAD).

Na década de 60 foram se formando alguns movimentos ambientalistas iniciais, por conta do interesse da contaminação hídrica e atmosférica. Neste mesmo período acontecia uma reunião de um grupo de cientistas, no chamado Clube de Roma, tendo como base modelos matemáticos. Conseguiram prever os prejuízos causados por um crescimento econômico constante, pois a base seria recursos naturais não renováveis.

Na Alemanha, em 1978, surge o primeiro selo ecológico, visando qualificar produtos considerados ambientalmente corretos.

“Nas décadas de 70 e 80, conforme cita BELLO (1998), com a ocorrência dos desastres ambientais de Bhopal na Índia (vazamento em uma fábrica de pesticida) e de Chernobyl na ex-União Soviética (explosão de um reator nuclear), houve um crescimento na consciência ambiental na Europa. Com o vazamento do petroleiro Exxon Valdez no Alasca, a consciência ecológica também se estendeu aos Estados Unidos”.

Foi a partir de 1980 que o termo desenvolvimento sustentável surgiu, quando Robert Allen escreveu o artigo “How to save the world”, sendo disseminado pelo mundo através do relatório “O Nosso futuro comum”, publicado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), para em seguida ser consolidado na Convenção do Rio, a ECO 92.

A promoção do desenvolvimento sustentável, de acordo com a evolução histórica da degradação e da gestão do meio ambiente, leva a uma condição que, conforme DIAS (2001) *apud* MEDEIROS (2003) salta da utopia para um papel estratégico para a sobrevivência da espécie humana.

Na década de 90 foram apenas introduzidos novos temas em relação ao meio ambiente e melhorando aqueles estabelecidos em anos anteriores. Nessa década pode-se sentir a preocupação com a utilização dos bens não renováveis, assim como economia energética e a reciclagem virou palavra chave para o meio ambiente, provocando mudanças tanto para sociedade quanto nas indústrias.

1.2 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVAS

Quando se trata de estudo de Modelo Operacional Mineiro aplicado ao de Desenvolvimento Sustentável, deve-se pensar imediatamente em minimização de todos os impactos (físico, químico, geotécnico, biológico, econômico e social), bem como permitir a reabilitação do solo das áreas lavradas do empreendimento mineiro, tornado seu uso sequencial. Portanto, tendo em vista a importância do modelo de *Desenvolvimento Sustentável* para a mineração, motivou o interesse de realizar a presente Dissertação; que contempla a **Mineração** de caulim da Itapoama Mineração Ltda com a **Agricultura** através da monocultura da cana-de-açúcar, ambas localizadas no município do Cabo de Santo Agostinho /PE. Pretende-se a partir disso, identificar e estudar indicadores operacionais, econômicos e ambientais que configurem a inserção do modelo de lavra de minas sustentável consorciada a monocultura da cana-de-açúcar para a região do Cabo de Santo Agostinho /PE.

A importância do modelo de sustentabilidade para a atividade de mineração neste contexto contempla o consorciamento das operações unitárias de lavra de minas e recuperação e reabilitação ambiental com a prática operacional da monocultura da cana-de-açúcar. Isto se dá pelo método de lavra adotado na mineração em questão: método “Stripping Mining” (lavra em tiras); que contempla a concomitância da conformação topográfica e da

cobertura da camada fértil do solo para o plantio de cana-de-açúcar, resultante da lavra do minério e disposição do estéril preenchendo as tiras anteriormente lavradas.

À importância de se ter um diagnóstico ambiental desde o planejamento e desenvolvimento das frentes de lavra até a desativação da mina, com uma visão sustentável, somam-se ainda às justificativas do presente trabalho a garantia de segurança ambiental da área de concessão quanto ao uso seqüencial.

1.3 OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS

GERAL:

A presente Dissertação tem como objetivo geral estudar a inserção da sustentabilidade operacional na Indústria Mineral através de um caso que contempla o consorciamento da Lavra de Minas/Recuperação e reabilitação de caulim com o cultivo de cana-de-açúcar na região do município de Cabo de Santo Agostinho /PE.

ESPECÍFICOS:

Para tanto, contará com os seguintes objetivos específicos, a saber:

- (i) levantar indicadores de sustentabilidade operacionais, econômicos e ambientais compatíveis aos conteúdos estruturais dos instrumentos de gestão operacional e pós-operacional identificados no trâmite da legislação técnico-mineral e ambiental incidentes, nacional e internacional; e
- (ii) co-relacionar e avaliar os instrumentos pesquisados visando extrair suas peculiaridades quanto a inserção do estudo de caso (Itapoama Mineração Ltda) no modelo de *Desenvolvimento Sustentável* em voga.

1.4 METODOLOGIA EMPREGADA

Visando o desenvolvimento desse trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, acerca da temática e indicadores de sustentabilidade na Indústria Mineral. Na seqüência, foram realizadas visitas técnicas às frentes de lavra e documentação da empresa para coleta de dados juntamente com documentação fotográfica da área de estudo.

A pesquisa bibliográfica acerca do tema teve como base trabalhos anteriores como: teses, dissertações, revistas, artigos publicados, periódicos e livros texto que versaram sobre tópicos como: Mineração Sustentável, Licenciamento Ambiental, História sobre a Mineração

de pequeno porte, Métodos de lavra, Desenvolvimento Sustentável, entre outros, que constituíram a base para a realização desse trabalho.

Nas visitas técnicas realizadas à empresa Itapoama Mineração Ltda., deu-se ênfase às operações de lavra e seus impactos ambientais, bem como às operações de recuperação e reabilitação. O método de lavra utilizado nessa empresa o “stripping mining”, é por si só um método sustentável, pois esse contempla a conformação topográfica concomitantemente com a lavra e assim é possível o consorciamento da mineração com o plantio da cana de açúcar.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente Dissertação foi organizada em cinco capítulos. Tem-se no Capítulo 1, uma introdução acerca do tema proposto, tendo o objetivo de abordar a importância do diagnóstico ambiental na lavra de uma mineração em especial, através do desenvolvimento de um modelo de método sustentável, relatando as fases que serão abordadas e o que se pretende alcançar ao final.

No Capítulo 2 ingressa-se no tema mineração a céu aberto, apresentando uma visão geral sobre a metodologia de lavra a céu aberto: introdução, caracterização dos métodos, desenvolvimento e condicionantes, citando exemplos de casos. São descritos os aspectos ambientais relacionados aos meios físico, biótico e antrópico, bem como uma abordagem sobre o contexto socioeconômico e finalmente sobre a legislação minero-ambiental.

No Capítulo 3 faz-se uma incursão acerca da mineração de caulim no Cabo de Santo Agostinho/ PE, no caso a Itapoama Mineração Ltda., descrevendo sobre a caracterização do empreendimento, seus aspectos ambientais e socioeconômicos regionais. Neste mesmo Capítulo ainda será abordado a gestão ambiental praticada na empresa.

O Capítulo 4 relaciona o caso de estudo com os indicadores de sustentabilidade identificados apoiados no consorciamento com a prática de monocultura de cana-de-açúcar local.

No Capítulo 5, por fim, são apresentadas as conclusões da dissertação e sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 – A MINERAÇÃO A CÉU ABERTO NO CONTEXTO SUSTENTÁVEL

Um dos grandes problemas da maioria das minas a céu aberto é a falta de planejamento ou, em muitos casos, planejamento inadequado, o que reflete na má escolha em relação aos equipamentos utilizados nas operações em geral dentro da mina, gerando dessa forma, desperdícios, diminuição de produtividade, e conseqüentemente, custos elevados.

Tendo em vista o crescimento da mineração e seus significativos impactos, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) adotou um conjunto de proposições que contemplaram a necessidade da existência de gestão ambiental na atividade e que combinasse com a realidade do setor, dentro dos conceitos de Desenvolvimento Sustentável e dos compromissos assumidos pelo governo na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em 1992 e Agenda 21, denominadas Diretrizes Ambientais.

Segundo CARVALHO (2004) é de interesse dos interessados, que agentes do setor público e privado, nacional e internacional assim como organizações não-governamentais (ONGs); reavaliem o sistema de produção e exploração dos recursos minerais em prol da sustentabilidade, deste modo garantindo a segurança e sobrevivência das futuras gerações ante a insustentabilidade que se torna clara quando se observa o crescimento desordenado da população, a pobreza, a fome, a poluição dos recursos hídricos, a devastação das florestas e, conseqüentemente, a extinção de várias espécies da flora e fauna, entre tantas outras agressões ao meio ambiente.

O termo Desenvolvimento Sustentável surgiu pela primeira vez nos anos 70, em uma das reuniões preparatórias para a Conferência de Estocolmo, em 1972. Essas reuniões seriam para firmar uma base para o entendimento entre meio ambiente e desenvolvimento, uma delas aconteceu em Founex, Suíça (SACHS, 1993).

2.1 METODOLOGIAS DE LAVRA DE MINAS

A exploração, segundo HARTMAN (2002), contempla a quarta fase de uma mineração. Está associada a produção de minerais, embora o desenvolvimento; que é a fase que antecede a exploração possa continuar nesta fase, a ênfase é dada para a produção. São atividades que podem coexistir, ou seja, podem ser realizadas simultaneamente por toda vida da mina.

Conforme já definido anteriormente, entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração de substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas. (Art. 36, do capítulo III, do Código de Mineração. Decreto-Lei Nº. 227, de 27/02/1967 (PINTO, 2006).

Os métodos de lavra consistem em um conjunto específico dos trabalhos de planejamento, dimensionamento e execução de tarefas, devendo existir uma harmonia entre essas tarefas e os equipamentos dimensionados (REIS & SOUSA, 2003).

Em outras palavras, método de lavra é a técnica de extração do material (minério), esteja ele em superfície ou em profundidade. Após a escolha do método podem ocorrer mudanças durante o processo de lavra, porém é importante evitar essa condição, pois implica em elevação dos custos. Geralmente, o que provoca essa situação, são projetos que não são ideais para aquela situação, no que diz respeito a técnicas operacionais, porém, não havendo outra saída, é necessária a implementação de outro método que seja mais condizente com as variações técnicas de extração (MACÊDO *et al.*, 2001).

Sobre o planejamento de lavra, REIS & SOUSA (2003) enfatizam que, para a realização de um bom planejamento de lavra é necessário que se atente para alguns critérios como: um dimensionamento bem elaborado dos equipamentos e instalações, assim como o estudo da viabilidade econômica, seqüência de atividades e custos no que diz respeito ao impacto ambiental, quais os possíveis usos futuros quando do encerramento das atividades entre outros. REIS e SOUSA (2003) concluíram que de posse de um bom projeto de planejamento de lavra, têm-se parâmetros para a escolha do método de lavra, ou seja, aquele que resultar em menor relação custo/benefício e também adoção de tecnologias adequadas mais coerentes para aquela situação.

De acordo com CARMO et al. (2006), para que se tenha um resultado bem sucedido de um projeto de mineração a céu aberto é relevante o conhecimento das reservas minerais explotáveis. Esses valores são determinados através dos limites finais da cava, sendo este considerado de suma importância, pois uma vez conhecidos, têm-se de posse o tamanho e a forma de uma mina a céu aberto, assim como também a extensão das reservas lavráveis e a quantidade de material estéril a ser retirado e depositado.

De acordo com HARTMAN (2002), os fatores de seleção para os métodos de lavra são muitos, tanto quantitativa como qualitativamente. Para a avaliação e escolha do melhor método de lavra, algumas variáveis devem ser consideradas, como:

- Característica espacial do depósito;
- Condições geológicas e hidrológicas;
- Propriedades geotécnicas;
- Considerações econômicas;
- Fatores tecnológicos; e
- Preocupação ambiental.

No Brasil, os métodos de lavra a céu aberto são basicamente representados pelos métodos de encostas (ou em flanco), cavas (“pit”), tiras ou *placers*. Em se tratando do porte das operações, CARANASSIOS e KOPPE (2006) destacam que estas são na sua maioria de pequeno porte e não se diferenciam muito das operações de lavra realizadas no exterior. Ainda de acordo com a literatura, o que diferencia a lavra realizada no Brasil e a realizada fora é o número reduzido de empresas de grande porte, o porte das operações, como por exemplo: o diâmetro utilizado na perfuração, o desmonte, e principalmente os equipamentos de transporte e carregamento.

HARTMAN (2002) descreve que os métodos de exploração tradicionais são classificados em duas categorias quanto ao local: exploração de superfície (a céu aberto) e exploração em profundidade (subterrânea). A mineração em superfície inclui os métodos de escavação mecânica (*open pit mining*, *cast mining* e *strip mining*), e os métodos hidráulicos (*placer* e mineração por dissolução). Esses métodos são responsáveis por mais de 90% da produção mineral de superfície nos EUA, por exemplo.

Na mineração a céu aberto, o método mais utilizado é em cava, ou “*open pit mining*” Fig. 2.1. Este é definido como um processo de mineração onde depósitos de sub-superfície a superfície são escavados em forma de bancos. Geralmente este método é utilizado em depósitos minerais regulares. Esse método é de larga escala em termos de taxa de produção e responsável por mais de 60% de toda a produção lavrada por métodos de superfície. Algumas vantagens do método de lavra *open pit mining*, são:

- Alta produtividade;
- Baixa Relação estéril/minério;
- Baixo custo;
- Alta taxa de produção;
- Relativamente flexível;
- Ideal para grandes equipamentos, permitindo uma alta produção;

Desenvolvimento simples;
Boa recuperação ($\approx 100\%$);
Alto favorecimento aos fatores de segurança, entre outros.

Por sua vez, algumas desvantagens do método de lavra *open pit mining*, são:
Limite de profundidade em cerca de 300m (por causa dos limites tecnológicos e dos equipamentos);
Alto investimento de capital;
Superfície extensa para a recuperação / reabilitação, expandindo o custo;
Requer depósitos e equipamentos grandes, entre outros.



Fig. 2.1 – Método de Lavra “*open pit mining*”.

<http://www.panoramio.com/photo/15830958>

Mina Baltar, por Milton Brigolini Neme.

Com relação à lavra de *placer*, de acordo com CARANASSIUS e KOPPE (2006), este tipo de lavra contempla a exploração de sedimentos inconsolidados em dunas, aluviões, praias, lagos, entre outros depósitos sedimentares. Os principais bens minerais que são lavrados através desse método no Brasil são: ouro, cassiterita, ilmenita, rutilo, zircão, monazita e diamante. Enfim, destacam os autores que as atividades de garimpeiros foram os grandes responsáveis por esse tipo de lavra, onde o método envolve utilização de dragas, desmonte hidráulico e bombeamento por sucção.

Depósitos tipo sedimentares geralmente são explotados utilizando o método de lavra em tiras ou fatias (“strip mining”), como é o caso da caulim, bauxita e carvão.

A lavra em tiras (“*strip mining*”) é utilizada quando se trata de extração em camada mineralizada com espessura pequena. Este método proporciona a recuperação da tira escavada, utilizando o material de capeamento, logo após sua extração, para recompor a topografia visando a reabilitação da área degradada. A Fig. 2.2 mostra exemplo do caso de estudo da presente Dissertação, a lavra em tiras executada pela Mineração Itapoama Ltda no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fig. 2.2 - Lavra em tiras na Mina de caulim Itapuama Mineração Ltda no Cabo de Santo Agostinho /PE.

HARTMAN (2002) afirma que a mineração de superfície é predominante em todo o mundo. Nos Estados Unidos responde por 85% da produção, incluindo todos os minerais, exceto o petróleo e gás natural. (HARTMAN, 2002), em quase todos os minerais metálicos (98%), cerca de 97% de minerais não metálicos e 6% do carvão dos Estados Unidos são minerados segundo algum método de superfície.

2.2 ASPECTOS AMBIENTAIS

A possibilidade e o dever da existência de uma alta produtividade, juntamente com uma tecnologia moderna e o desenvolvimento econômico, é preciso, e pode-se conseguir através de um desenvolvimento ambientalmente sustentável, afirma SCHENINI *et al.* (2005).

A atividade de mineração, impactante por natureza, tem como obrigação verificar e minimizar os impactos produzidos por esta atividade ao meio ambiente, principalmente na fase de lavra, pois esses impactos poderão ter dimensões reduzidas.

De acordo com STAMM (2003) os fatores ambientais são caracterizados pelos meios. Destacando os meios, de acordo com a Resolução CONAMA nº 001/86, tem-se:

(i) **Meio físico** – representado pelo subsolo, pelas águas, pelo ar e clima, enfatizando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas e as correntes atmosféricas;

(ii) **Meio biológico e os ecossistemas naturais (biótico)** – contempla a fauna e a flora, dando ênfase às espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção, e as áreas de preservação permanente;

(iii) **Meio socioeconômico** – o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconomia, principalmente os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

2.3 CONTEXTO SOCIOECONÔMICO

A mineração é uma atividade industrial que faz uso de um bem de capital exaurível e não-renovável.

A Indústria Extrativa Mineral, na esfera que abrange a importância econômica nacional, merece destaque, sobretudo pelo histórico papel de promover o desenvolvimento social e econômico reduzindo as desigualdades entre regiões. A certeza de que apenas se exportando alcançar-se-ia o desenvolvimento naquela região, em relação às comunidades de mineração, ficou para trás. Atualmente se tem a consciência de que a tecnologia deve ser avaliada sim, porém, não como o principal e único ponto a ser considerado como antes, e sim, como atualmente se faz, levando em conta outros princípios com base na cultura local, e também contando com novas configurações de concorrência e auxílio como objetivos cruciais do desenvolvimento regional ou local. (DINIZ, 2000 *apud* LIMA, 2007).

Os altos riscos são peculiares à indústria extrativa mineral, e observa-se que são necessários investimentos consideráveis principalmente na fase de pesquisa, pois as incertezas desta fase não são dimensionadas, então o interesse com a comunidade local, no intuito de constituir estreitas relações, é mínimo, ou seja, não estão nos planos comuns e nem é da

cultura das grandes minerações estreitarem os laços com a comunidade local (LIMA, 2007). Em contrapartida, a comunidade diretamente envolvida pela mineração se sente à vontade em participar dos benefícios gerados pelos projetos mineiros. Não existindo comunicação, nem tão pouco compreensão entre as empresas de mineração e as comunidades locais, o que resta é a falta de confiança mútua.

Parte do lucro gerado pela empresa de mineração, como por exemplo a CEFEM, deve permanecer no local o qual está instalado o empreendimento, pois é importante para o crescimento da localidade, havendo distribuição de renda e aumento da qualidade de vida local.

É graças ao emprego dos insumos advindos da mineração, segundo HERRMANN (2006), que as riquezas e o bem-estar da população são os principais impactos positivos do setor. Outros impactos positivos procedentes da mineração são: Desenvolvimento regional, por ser responsável pela interiorização de atividades econômicas, visto que as jazidas encontram-se onde os condicionantes geológicos as criaram; Geração de empregos e aperfeiçoamento da mão-de-obra local e regional, criando um elo com as atividades subseqüentes; Oportunidade de crescimento econômico; Fonte geradora de desenvolvimento de outros setores da economia, por ser a fornecedora dos insumos indispensáveis à viabilização deles e Fonte geradora de tributos.

O conceito de desenvolvimento na indústria mineral requer um equilíbrio entre a exploração de recursos naturais e investimentos financeiros, pois se faz necessário o desenvolvimento das tecnologias, com vistas à um equilíbrio com o meio ambiente. Enfim, para haver desenvolvimento é necessário que haja crescimento econômico (DALANHOL, 2002).

É notória a participação da sociedade nas últimas décadas no desenvolvimento sustentável, pois das últimas décadas até hoje, esse interesse foi crescendo, com base nas cobranças desta aos órgãos públicos ou privados responsáveis pela proteção do meio ambiente (SCHENINI *et al*, 2005).

Segundo DALANHOL (2002), a conscientização da população em relação aos recursos naturais é imprescindível, de modo que as aquisições materiais do homem não condizem com a realidade dos recursos naturais, ou seja, a quantidade desses recursos são finitas, ocorrendo assim a exaustão.

2.4 A LEGISLAÇÃO MÍNERO-AMBIENTAL

De acordo com a Constituição de 1934, juntamente com o Código de Minas, o superficiário não tem mais o domínio sobre o solo e subsolo, pois essas propriedades foram separadas, e nem domínio sobre a criação do sistema de autorização e concessão. As Constituições de 1937 e 1946 seguiram esses mesmos princípios. A prioridade conferida ao superficiário trouxe grandes embaraços para o desenvolvimento da mineração.

Com a promulgação da Constituição de 1967, deu-se o fim desse domínio. O titular da superfície seria contemplado com o direito de participação, onde ficou determinado que este direito seria correspondente à décima parte do que fosse pago a título de Imposto Único sobre Minerais-IUM.

Na Constituição de 1988 § 1º art. 20º item IX, ficou claro o domínio da União sobre os recursos minerais. Não existe qualquer direito exclusivo do proprietário.

Uma época bastante importante na história da legislação foi a década de 70, que se consagrou pelo surgimento de alguns órgãos estaduais com ênfase no meio ambiente. Foi o caso das OEMA's (Unidades de Conservação Estaduais, sob a responsabilidade dos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente) e secretarias como o caso da SEMA (Secretaria Especial de Meio Ambiente). Nesta década, em 1976, foi criada a CPRH (Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos) no estado de Pernambuco.

Segundo MAS (2002) *apud* CAMARGO e SURGIK (2006), nos EUA 10% a 20% dos custos das empresas são repassados para o controle ambiental, e que a adequação das empresas de mineração às mudanças legais custou cerca de U\$ 10 bilhões para aquelas que se encontravam em terras públicas.

Um dos grandes problemas para o licenciamento da Indústria Mineral é a burocratização e falta de harmonia técnica e legal que dificultam a implantação do desenvolvimento sustentável nessa atividade, tendo em vista que licenciamento implica em elevação de custos, principalmente para a mineração de pequeno porte (HILSON e POTTER *apud* CAMARGO e SURGIK, 2006).

De uma forma geral, a atividade de mineração no Brasil é munida de uma série de regulamentações que passam pela gestão de três esferas estatais: Federal, Municipal e Estadual.

Todavia, existem alguns órgãos (Tabela 2.1) que têm a competência para fiscalizar o cumprimento da legislação tanto ambiental como mineral, para o devido aproveitamento dos recursos minerais (CABRAL, 2007).

Tabela 2.1 – Órgãos e Responsabilidades.

ÓRGÃOS	RESPONSABILIDADES
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA)	Formula e coordena as políticas ambientais, além de acompanhar e superintender sua execução.
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME)	Formula e coordena as políticas do setor de mineração, elétrico e de gás/petróleo.
SECRETARIA DE MINAS E METARLUGIA (SMM/MME)	Formula e coordena implementações das políticas do setor de mineração.
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM)	É um órgão do MME que tem por finalidade determinar formas e condições de diplomas e realização das atividades de lavra e pesquisa no setor mineral; Requerer o projeto e a promoção da exploração mineral, assim como seu aproveitamento e ainda superintender pesquisas geológicas, minerais; Garantir, fiscalizar e controlar a atividade mineral, no território nacional, de acordo com o Código de Mineração. Baixar normas e estabelecer as áreas para a execução da garimpagem.
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM) – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais	Disseminar e gerar informações geológicas e hidrológicas, assim como deixar disponível informações em relação ao meio físico para a administração do território.
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA)	Cumprimento da Política Nacional de Recursos Hídricos; Implementação de administração dos recursos hídricos no Brasil; Outorgar as águas superficiais e subterrâneas, incluindo aquelas utilizadas pelo setor mineral.
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA)	Formular políticas ambientais, onde suas decisões têm poder de normativo.
CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH)	Formular as políticas de recursos hídricos; Promover e articular projetos de recursos hídrico; Estabelecer critérios com a intenção de outorgar o direito de uso dos recursos hídricos, assim como a cobrança desse uso.

O que se pode perceber, é a dificuldade na determinação do limite entre as responsabilidades das três esferas (federal, estadual e municipal), no que diz respeito a atividade mineral (Tabela 2.2). Assim também como a falta de comunicação entre os governos de cada esfera e a relação com a sociedade, com vistas de se realizar uma política mineral no país, sempre com um enfoque na sustentabilidade desta atividade, de acordo com as normas e contemplando a preservação do Meio Ambiente (CABRAL, 2007).

Tabela 2.2 – Licenciamentos, Requerimentos, Órgãos e Competências

Atividade de mineração	Poder Municipal	Poder Estadual	Poder Federal
Requerimento de Concessão ou licença	Leis de uso e ocupação do solo	Licença Ambiental por Legislação Federal	Deferimento ou Indeferimento
Pesquisa Mineral	Leis de uso e ocupação do solo	Licença Ambiental por Legislação Federal	Acompanhamento Aprovação Negação
Lavra Mineral	Alvará de funcionamento	Análise do EIA/RIMA e Licença Ambiental por Legislação Federal	Acompanhamento e Fiscalização Mineral
Recuperação da área minerada	Definição do uso futuro do solo criado	Licença Ambiental por Legislação Federal	

Em se tratando de recursos minerais no Brasil, a legislação inerente a esta atividade é bastante característica, pois, quanto ao regime legal, tanto o subsolo quanto a propriedade privada têm o seu próprio regime e ambos são diferentes.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, todos os bens minerais que pertencem ao subsolo são considerados bens da União, sendo assim, só poderão ser explorados com autorização do DNPM. Este órgão concede a posse para obtenção do Título Minerário. Título que deve ser apresentado juntamente com a Licença Ambiental. (TEIXEIRA, 2007).

O Licenciamento Ambiental outorgado pelo órgão ambiental competente consente a localização, instalação, ampliação, avaliação dos processos tecnológicos, parâmetros ambientais e socioeconômicos, para estabelecimento de condições, restrições, medidas e operações de controle, que deverão ser adotadas pelo empreendedor, com vistas à

conservação, defesa, melhoria da qualidade ambiental e o ordenamento territorial de empresas e atividades que utilizam recursos ambientais e que possam ser consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daquelas que possam causar degradação ambiental. É um instrumento inerente tanto aos novos empreendimentos quanto aos antigos.

Busca-se com este instrumento, alcançar a garantia de que as medidas preventivas e de controle sejam adotadas nos empreendimentos e que estas se tornem compatíveis ao desenvolvimento sustentável.

Em relação à Política Organizacional Ambiental adotada no Brasil, segundo afirma CARVALHO (2004), cada Estado da Federação possui sua própria Política, de modo que, com vistas à diversificação disciplinar, falta de clareza e burocracia no que diz respeito às questões ambientais no Setor Mineral brasileiro, torna-se uma tarefa difícil o entendimento da legislação ambiental.

As Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 01, de 23 de janeiro de 1986, e a Resolução CONAMA nº. 237, de 19 de dezembro de 1997, consideram as atividades minerais potencialmente e aptas a causarem degradação ambiental. Sendo assim, são sujeitas ao Licenciamento Ambiental, à elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e ao respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Em Pernambuco o órgão responsável pelo licenciamento ambiental é a CPRH – Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Este órgão é responsável pela política ambiental no Estado e tem como jurisdição a prevenção, fiscalização e repressão na proteção do meio ambiente. A Licença Ambiental requer alguns instrumentos legais de acordo com a legislação ambiental vigente, Lei Estadual nº. 12.916, de 8 de novembro de 2005.

Capítulo 3 – A MINERAÇÃO DE CAULIM EM CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE: caso da Itapoama Mineração Ltda

3.1 LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO

A empresa Itapoama Mineração Ltda. foi fundada no dia 22 de maio de 1998. Sua sede localiza-se no Engenho Caramuru, situado na Praia de Itapoama, no município do Cabo de Santo Agostinho, estado de Pernambuco (Fig. 3.1). O empreendimento responde pelos direitos minerários da área referida, assim como também pela pesquisa, extração e comercialização de minerais não-metálicos.

À nordeste do município do Cabo de Santo Agostinho, encontra-se a área correspondente a Portaria de Lavra nº 93, publicada em 21/05/2008, cuja coordenadas do ponto de amarração são: $-08^{\circ}16'42''400$ S e $-35^{\circ}01'49''200$ W. Para se chegar nessa área, partindo-se do município do Cabo de Santo Agostinho, segue-se através da Rodovia PE-60 em direção ao Município de Ipojuca. Próximo ao km 6, direciona-se para Rodovia PE-28 (estrada de Gaibu) e no cruzamento desta com a linha férrea, segue-se por uma estrada carroçável à esquerda. Após percorrer mais 6 km atinge-se a área referida.

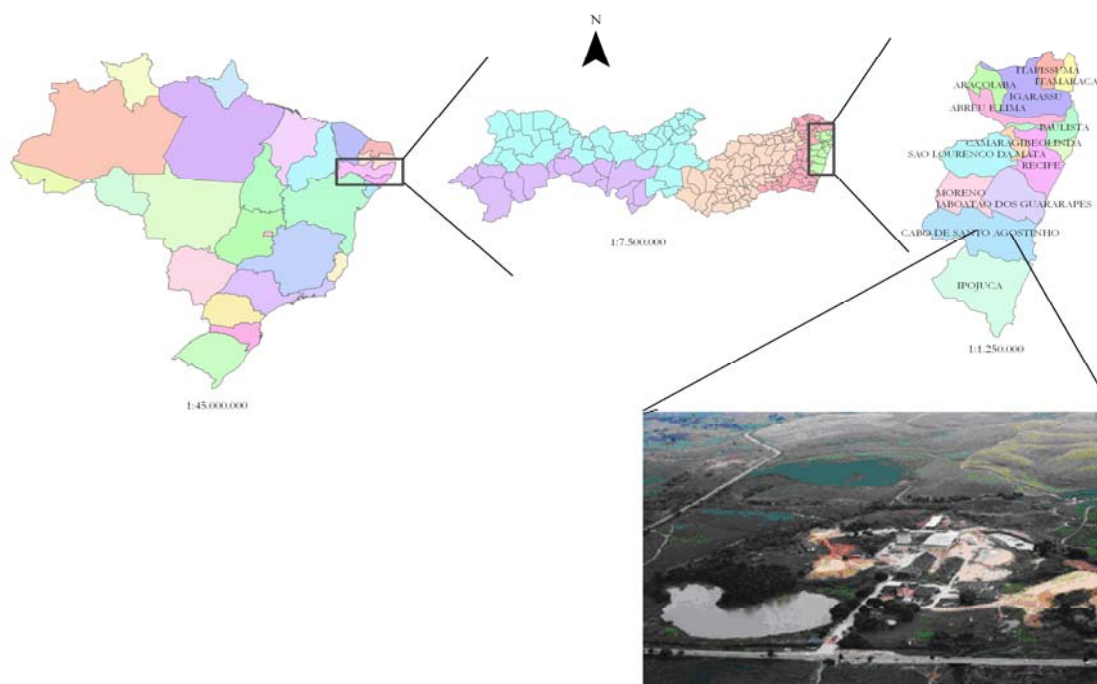


Fig. 3.1 – Localização da área de estudo.

3.2 CARACTERIZAÇÃO OPERACIONAL DO EMPREENDIMENTO

O caulim é o mineral-minério lavrado pela Itapoama Mineração Ltda. É uma rocha com granulometria fina, composta de material argiloso, argilomineral, caulinita, de cor clara (branca ou quase branca). Dentre suas principais características tem-se o baixo teor de ferro, assim como sua alta propriedade calorimétrica e sua alvura. (GRIM, 1958 *apud* CABRAL, 2007).

O caulim possui muitas aplicações. É considerado um dos seis minerais mais abundantes da porção mais superior da crosta terrestre. Os caulins são silicatos de alumínio hidratado, cuja composição química pode ser representada pela fórmula $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ocorrendo outros elementos como impurezas. A caulinita, mineral predominante dos caulins, é um silicato hidratado, e é expressa pela fórmula $\text{Al}_4 (\text{Si}_4\text{O}_{10}) (\text{OH})_8$.

As principais aplicações do caulim na atualidade são: enchimento de papel, borracha, cerâmica, rações, materiais refratários, fertilizantes, plásticos, cimentos, produtos químicos, gesso, entre outras.

A empresa Itapoama Mineração Ltda, possui o Alvará de Pesquisa, cujo o Requerimento de Pesquisa foi protocolado no 4º Distrito do DNPM/PE sob o nº. 840.049/2002, no dia 28 de maio de 2002, tendo direito a uma superfície total de 982,43 hectares. O Alvará de Pesquisa foi publicado no Diário Oficial da União em 08 de agosto de 2002 sob o n.º 4.721/2002.

Com a realização da prospecção, descobriu-se a existência de dois tipos de minérios totalmente distintos: a argila caulínica e a areia quartzosa. Por se tratar de uma área extensa e com uma alta variabilidade mineral, decidiu-se pela divisão por setores, o perfil litológico da área está representado na Fig. 3.2 (a) junto com áreas a serem lavradas Fig. 3.2 (b).

INTERVALO (m)	DESCRIÇÃO DO PERFIL	PERFIL (m)
0,00	Argila Amarela	0
		-
0,50	Argila Cinza	-
		-
1,00	Areia com Argila Cinza	1
		-
		-
		-
		2
		-
		-
		-
		3
		-
		-
		4
		-
		-
		5

Fig. 3.2 (a) – Perfil Litológico.



Fig. 3.2 (b) – Áreas a serem lavradas.

A metodologia utilizada na extração, assim como o número de frentes de lavra, estão intimamente ligados com a fase da prospecção, que, juntamente com os resultados dos ensaios e análises determinam o método que melhor se enquadra a partir dos resultados obtidos.

A empresa Caulim do Nordeste S.A. é a receptora de toda produção da areia quartzosa. Quanto à produção da argila refratária, esta é dividida entre as empresas: Caulim do Nordeste (PE), PAMESA (PE), Cerâmica Porto Rico (PE) e MOLIZA (BA). Esse material é aplicado na produção de piso e revestimento, engobe e massa para louça sanitária.

São necessários três caminhões por dia para que seja atingida a produção desejada, pois a previsão é que 50% do minério removido seja empilhados na própria jazida. O transporte interno é realizado por caminhão de dois eixos, em regime de aluguel.

Faz-se necessário a quantificação de cada fase da extração, tendo como base dados reais de outras jazidas da cessionária. Porém a inexatidão quanto as horas efetivamente trabalhadas existe, pois haverá horas paradas por motivos diversos. Um dos principais fatores condicionante é o clima da região, pois este apresenta alta pluviosidade entre os meses de abril e agosto, ficando o regime operacional da jazida restrito aos meses de agosto a março.

O regime operacional da jazida obedece ao mais moderno modelo de extração para este tipo de jazimento, tendo como princípio a coexistência da mineração e o meio ambiente.

Existe uma compensação, quando se consegue diminuir o tempo da atividade de extração, além do que, essa diminuição vem sendo desenvolvida com sucesso por várias empresas de mineração no âmbito mundial, considerando que essa “diminuição” acarretará uma minimização do impacto ambiental propiciando a recuperação da área degradada quase que ao mesmo tempo da extração, porém, a empresa concessionária aumentará seus custos por conta da estocagem de grandes volumes de minério em seus pátios.

Por se tratar de dois minérios, a empresa optou por utilizar dois métodos de lavra diferentes, porém, ambos são a céu aberto, mecanizado e sem uso de explosivos.

(i) Lavra de Argila:

A produção desejada de argila refratária é de 36.000 t/ano de minério com uma densidade de 1.6 t/m³ e uma espessura média de minério de 2m, correspondendo então a 22.500 m³/minério/ano. Considerando uma recuperação de 85%, teoricamente movimentaríamos 26.470 m³/minério/ano.

Verificou-se que, para se atingir a produção desejada de argila, se faz necessário o decapeamento de uma área de aproximadamente 13.235 m². Com uma espessura média de solo massapê (orgânico)+estéril de 0,40 m, alcança-se a um volume de movimentação do decapeamento de 5.294 m³ /solo ou 8.470 t/solo, utilizando-se um trator de esteira (Bulldozer), tipo D-4 (Komatsu), auxiliado por um conjunto retroescavadeira-caminhão. Para a

remoção de 50 m³ de capeamento é gasto em média uma hora de trabalho de um trator, sabendo-se que a espessura média do solo+estéril é de 0,40 m, serão necessárias 106 horas de trabalho.

Alguns métodos de lavra contemplam a recuperação da área concomitantemente com a extração. É com essa visão que a empresa atua e continuará atuando até atingir a vida útil da jazida.

O método de lavra utilizado é o método “stripping mining” (lavra em tiras) conforme mostrado nas figuras 3.3 e 3.4. E para a extração da areia quartzosa serão utilizados métodos mecânicos.

Para iniciarem-se os trabalhos de exploração para ambos os métodos supracitados, seleciona-se uma porção da área, que represente um volume representativo da produção anual, a qual já fora definida, com a finalidade de minimizar os possíveis impactos negativos na conformação topográfica. No passo seguinte limita-se a área a ser lavrada naquele momento, decapea-se e com um trator de esteira, atinge-se a camada mineralizada.

Com o minério exposto demarcam-se as tiras de 20m e largura de 5m. Em seguida explora-se o minério com o auxílio de uma retroescavadeira, tomando o cuidado de não atingir o lençol freático. Para isso deixa-se uma espessura de 50 cm de material acima do nível freático.



Fig. 3.3 – Método de Lavra em tiras (“STRIPPING MINING”).



Fig. 3.4 – Método de Lavra em tiras (“STRIPPING MINING”).

O desmonte e o carregamento por sua vez, são realizados com a ajuda de um conjunto de retroescavadeira-caminhão. Essas operações ocorrem simultaneamente, conforme mostrado na Fig. 3.5. Todavia, tem-se o cuidado de cobrir o minério carregado com lona e amarrar esta com cordas, precavendo-se da poluição as vias de acesso até a chegada do veículo ao pátio da empresa (Fig 3.6).



Fig. 3.5 – Operações unitárias de desmonte e de carregamento.



Fig. 3.6 – Caminhões carregados devidamente cobertos com lona.

Em alguns casos o minério pode ficar estocado nas proximidades da cava, formando-se pilhas pequenas protegidas com lonas. Essa prática acontece principalmente no período de chuvoso (Fig. 3.7).



Fig. 3.7 - Pilhas de minério estocadas próximo da cava.

Para a reconformação topográfica da cava são necessários 36.000t de material argilo-arenoso (de empréstimo) que corresponde a 22.500 m^3 , mas devido ao empolamento de 30% do material tem-se a necessidade de movimentar 29.250 m^3 deste. Somado com 5.174 m^3 do solo+estéril (decapeamento) anteriormente (abertura da cava), perfaz um total de 34.424 m^3 , concluindo assim, o fechamento da cava e reconstituição do solo para a área de argila refratária.

Com uma capacidade de manuseio de 600 m³/dia e o auxílio de uma retroescavadeira e de três caminhões caçambas, a fase de aquisição do material de empréstimo será efetuada em 49 dias pelo conjunto escavadeira caminhão, e a reintrodução da camada referente ao solo será realizada em 8 dias.

(ii) Lavra de Areia Quartzosa:

A produção de areia quartzosa é projetada para 12.000t/ano de minério de densidade aparente de 1.3 t/m³ e espessura média do minério psamítico de 2.20 m, correspondendo então a 9.230 m³ de minério/ano. A recuperação é de 80% , teoricamente movimenta-se 11.538 m³ /minério/ano.

Para tanto, o decapeamento Fig. 3.8 corresponde a uma área de aproximadamente 5.244 m². Considerando-se uma espessura média solo fértil+estéril de 0.30 m, tem-se um volume de movimentação de 1.573 m³/solo ou 2.045 t/solo. É utilizado nos trabalhos um trator de esteiras D-4 (Komatsu), auxiliado por um conjunto retroescavadeira-caminhão. São necessárias aproximadamente 32 horas de trabalho, para a realização de todo o decapeamento.



Fig. 3.8 – Decapeamento

No caso das áreas onde a camada topo esteja mineralizada com argila refratária e a basal com areia quartzosa, após a exaustão da argila é efetuada a extração da areia através de retroescavadeiras hidráulicas.

Para a recomposição topográfica da cava são necessários 12.000t de material argilo-arenoso (de empréstimo) que corresponde a 9.230 m³ (densidade de 1.3t/ m³). Devido ao empolamento de 30% do há a necessidade de movimentar cerca de 11.999m³ de material de

empréstimo, somado a 1.510m^3 de solo+estéril retirado do decapeamento, perfazendo o total de 13.509 m^3 , concluindo assim o fechamento da cava e reconstituição do solo para a área de minério psamítico.

Os 11.999 m^3 de material de empréstimo são retirados de uma área localizada próxima à jazida (fig. 3.9) e o restante é oriundo do solo retirado durante a fase de decapeamento. Com uma capacidade de manuseio de $600\text{ m}^3/\text{dia}$ e o auxílio de uma escavadeira e de três caminhões caçambas, a fase de aquisição do material de empréstimo é efetuada em 20 dias pelo conjunto retroescavadeira-caminhão, e a reintrodução da camada referente ao solo é realizada em 2,5 dias.

As atividades de desmonte e carregamento da barreira (depósito de material de empréstimo) são efetuadas com uso de uma retroescavadeira hidráulica que se posicionará ao lado dos caminhões, deixando sempre um talude de 45° na barreira, para evitar seu desmoronamento.

O material proveniente da barreira é utilizado para o fechamento da cava. Em cima deste, coloca-se uma camada de solo e após, uma camada de solo orgânico, tudo feito com o auxílio de um trator de esteiras. Para esse fim são retirados cerca de $600\text{ m}^3/\text{mês}$ de material proveniente da barreira.

Partindo-se dos parâmetros demonstrados anteriormente, a Mina opera sob regime de 02 (dois) turnos diários de 04(quatro) horas com intervalo de uma hora. Esta operação é realizada durante 05 (cinco) dias por semana, totalizando 72 (setenta e dois) dias por ano, correspondendo a 576 (quinhentos e setenta e seis) horas trabalhadas.



Fig. 3.9 – Depósito de material de empréstimo

Para a análise da viabilidade econômica no empreendimento minero-extrativo, são utilizadas técnicas de cálculo do valor atual e fluxo de caixa convencional, em moeda corrente; o real (R\$). Neste cálculo são incluídos os custos de lavra (desmonte + carregamento + transporte).

Na Tabela 3.1 a seguir, encontram-se os preços propostos, baseados no valor do mercado cerâmico, e a receita prevista da venda da produção planejada pela empresa cessionária.

Tabela 3.1 – Preço unitário, produção e faturamento dos minérios.

MINÉRIO	Preço Unitário (R\$/t)	Produção (t)	Receita (R\$)
Argila Refratária	27,00	36.000	972.000,00
Areia Quartzosa	8,00	12.000	96.000,00
Total		48.000	1.068.000,00

(iii) **Lavra de Argila Refratária:**

A composição do capeamento varia de areno-argiloso a argiloso, ambos friáveis, com espessura variando de 0,00 a 0,90 m, porém para efeito de análise de custo foi fixada a espessura média de 0,40 m para a camada do solo (fértil/orgânico/massapé).

Na Tabela 3.2 é apresentada uma pesquisa de preços a empresas de locação de equipamentos da região. Estão inclusos os custos operacionais dos mesmos (mão-de-obra, combustível, outros).

Tabela 3.2 – Preço de equipamentos/ hora trabalhada

Dados Utilizados na Composição dos Custos	
Trator de esteira (T)	80,00 R\$ / hora
Escavadeira (E)	120,00 R\$ / hora
Caminhão (Ca)	200,00 R\$ / dia
Frete de Estéril (m ³)	12,00 R\$ / carrada
Frete de Argila Minério	3,90 R\$ / t
Densidade do Minério (argila)	1,6 t/m ³
Densidade do Minério (areia quartzosa)	1,3 t/m ³
Empolamento	30%
Recuperação da Lavra	85 %

Os Custos da operação unitária de decapeamento (D), para a Argila Refratária encontram-se descritos a seguir:

$$D = (T * h) + (E * h) + (Ca * d * n) = (80,00 * 106) + (120,00 * 24) + (200,00 * 2 * 3) \\ R\$ 12.560,00.$$

Custo do Decapeamento por tonelada de minério (DM):

$$DM = \frac{D}{PP} = \frac{12.560,00}{36.000} = R\$ 0,35 / t \text{ (de minério)}$$

Onde:

PP - Produção Prevista.

h - Horas de Trabalho.

d - Dias de Trabalho.

n - Número de Caminhões

A lavra de minas é realizada por uma retroescavadeira utilizada que consegue 300 horas de trabalho para o desmonte e carregamento de todo o minério. O transporte do minério até o pátio de estocagem da concessionária ou do cliente é feito por caminhões. A seguir são descritos os custos desta operação unitária:

Custo de exploração (CE):

$$CE = (E * h) = R\$120,00/h * 300h = R\$ 36.000,00$$

Custo de Transporte (CT):

$$CT = (F * PP) = R\$3,90/t * 36.000t = R\$104.400,00$$

Custo do Lavra (CL):

$$CL = CE + CT = R\$36.000,00 + R\$104.400,00 = R\$176.400,00$$

Custo do Lavra por tonelada de minério (CLt):

$$CLt = \frac{CL}{PP} = \frac{176.400,00}{36.000} = R\$ 4,90/t.$$

Onde:

F - Frete (Frete de Argila Minério)

A recuperação ambiental por sua vez, dá-se através da reconstituição topográfica. Esta é realizada por uma retroescavadeira que consome 461 horas de trabalho (desmonte + carregamento) de todo o material de empréstimo e solo. O transporte do material até a cava será feito por caminhões, sendo assim necessárias 2.878 carradas para transportar todo o

material. O fechamento da cava será efetuado por trator de esteiras com uma capacidade de movimentar 50m³ de material em uma hora de trabalho, assim consumindo 691 horas de trabalho. A seguir, são descritos os custos destas operações unitárias:

Custo de Desmonte e Carregamento de todo o aterro (CDCA):

$$CDCA = (E * h) = R\$120,00/h * 461h = R\$ 55.320,00$$

Custo de Transporte de todo o aterro (CTA):

$$CTA = (F * n) = R\$12,00 * 2.878 = R\$34.544,00$$

Custo do fechamento da cava com o trator de esteiras (CFT):

$$CFT = (T * h) = R\$80,00/h * 691h = R\$55.270,00$$

Custo do Fechamento da Cava (CFC):

$$CFC = CDCA + CTA + CFT = R\$55.320,00 + R\$34.544,00 + R\$55.270,00 = \\ R\$ 145.134,00$$

Após o aterramento e reintrodução do solo na área da cava haverá a revegetação da superfície. O custo médio de revegetação da área é de R\$ 8.000,00 por hectare, logo serão gastos R\$ 10.588,00 (Re).

Custo de Recuperação Total da Cava (CRC):

$$CRC = CFC + Re = 145.134,00 + 10.588,00 = R\$ 155.722,00$$

Custo de Recuperação da Cava por tonelada de minério (CRCt):

$$CRCt = \frac{CRC}{PP} = \frac{155.722,00}{36.000} = R\$ 4,3/t.$$

Onde:

Re - Custo do Reflorestamento.

CRCt - Custo de Recuperação da Cava por tonelada de minério

Os Custos da operação unitária de decapeamento (D), para Areia Quartzosa encontram-se descritos a seguir:

$$D = (T * h) + (E * h) + (Ca * d * n) = (80,00 * 32) + (120,00 * 7) + (200,00 * 2 * 1) \\ = R\$ 1.640,00.$$

Custo do Decapeamento por tonelada de minério (DM):

$$DM = \frac{D}{PP} = \frac{1.640,00}{12.000} = R\$ 0,14 / t \text{ (de minério)}$$

São lavrados 12.000 t/ano e enviada para o pátio de estocagem da empresa concessionária, ou diretamente para o pátio do cliente. A retroescavadeira consome 100 horas de trabalho para o desmonte e carregamento de todo o minério. O transporte do minério até o pátio de estocagem da concessionária ou do cliente é feito por caminhões.

Custo de exploração (CE):

$$CE = (E * h) = R\$120,00/h * 100h = R\$ 12.000,00$$

Custo de Transporte (CT)

$$CT = (F * PP) = R\$3,90/t * 12.000t = R\$46.800,00$$

Custo do Lavra (CL):

$$CL = CE + CT = R\$12.000,00 + R\$46.800,00 = R\$58.800,00$$

Custo do Lavra por tonelada de minério (CLt):

$$CLt = \frac{CL}{PP} = \frac{58.800,00}{12.000} = 4,90 \text{ R\$ /t.}$$

Para a recuperação topográfica, é utilizado um trator de esteiras com capacidade de movimentar 50m³ de material em uma hora de trabalho, sendo necessárias 227 horas de trabalho. O volume total de material movimentado é em torno de 11.260 m³ que é oriundo do depósito de material de empréstimo e do solo que é retirado durante a fase de decapeamento, correspondendo a respectivamente 9.750 m³ e 1.573 m³.

A retroescavadeira consome 151 horas de trabalho para o desmonte e carregamento de todo o material de empréstimo e de solo. O transporte do material até a cava é realizado por caminhões, a um custo de R\$12,00 a carrada de um caminhão caçamba com 12m³, sendo assim necessárias 944 carradas para transportar todo o material. O fechamento da cava

Custo de Desmonte e Carregamento de todo o aterro (CDCA):

$$CDCA = (E * h) = R\$120,00/h * 151h = R\$ 18.120,00$$

Custo de Transporte de todo o aterro (CTA):

$$CTA = (F * n) = R\$12,00 * 944 = R\$11.323,00$$

Custo do fechamento da cava com o trator de esteiras (CFT):

$$CFT = (T * h) = R\$80,00/h * 227h = R\$18.117,00$$

Custo do Fechamento da Cava (CFC):

$$\text{CFC} = \text{CDCA} + \text{CTA} + \text{CFT} = \text{R\$}18.120,00 + \text{R\$}11.323,00 + \text{R\$}18.117,00 = \text{R\$} 47.600,00$$

Após a reconformação do terreno haverá revegetação da superfície. O custo médio de revegetação da área é de R\$ 8.000,00 por hectare, logo serão gastos R\$ 4.195,00 (Re).

Custo de Recuperação Total da Cava (CRC):

$$\text{CRC} = \text{CFC} + \text{Re} = 47.600,00 + 4.195,00 = \text{R\$} 51.795,00$$

Custo de Recuperação da Cava por tonelada de minério (CRCt):

$$\text{CRCt} = \frac{\text{CRC}}{\text{PP}} = \frac{51.795,00}{12.000} = \text{R\$} 4,31 / \text{t.}$$

3.3 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

I – Meio Abiótico

Segundo a classificação de KOPPEN o clima predominante na região é do tipo Ams, tropical chuvoso. Entre os meses de março e agosto tem-se estação chuvosa. A precipitação pluviométrica média é de 1.700mm por ano, atingindo a máxima nos meses de Junho-Julho. A temperatura média anual é de 27°C (Lyra et. al, 2003).

Morfológicamente a região possui relevo ondulado com morros arredondados com cota máxima em torno de 50 metros, e nas cotas baixas ocorrem às planícies de inundação modela pela rede hidrográfica da região.

Os morros que encaixam o vale do rio Garapuzinho são constituídos basicamente por arcóseos esbranquiçados da Formação Algodoads, pertencente à Bacia Sedimentar Pernambuco. No extremo centro-oeste da área ocorrem morros arredondados, constituídos por basalto da Suíte Vulcânica de Ipojuca. Os sedimentos recentes e inconsolidados constituem a morfologia dos vales.

As menores cotas estão localizadas ao longo da planície de inundação que margeiam os Rios Garapuzinho e Corrupio, ambos da Bacia Hidrográfica do Pirapama.

O solo desenvolvido nos morros e nas áreas circunvizinhas é predominantemente do tipo Latossolo amarelo e vermelho, originado da decomposição de rochas vulcânica, arcóseos e arenitos caulinizados, apresentam-se bem desenvolvido, baixa drenagem e espessura média de 0,40 cm. Nas áreas baixas, planícies de inundação, predominam o solo aluvial, pouco desenvolvido, areno-argiloso, rico em matéria orgânica.

A Bacia do Rio Pirapama abrange toda a área, estando sua nascente localizada na região do município de Escada, mais precisamente entre as localidades de Sibéria e Estiva com cotas próximas a 300 m, sendo sua foz o Pontal de Suape. Em conjunto com as Bacias do Rio Jaboatão e de Ipojuca insere a maior e mais importante Bacia Hidrográfica da mata sul de Pernambuco.

II – Meio Biótico

A flora nativa da região é representada por remanescentes da Mata Atlântica, principalmente nos morros, e gramínea nativa nas planícies que são utilizadas como área de pastagem.

Na porção central e leste predomina a monocultura da cana de açúcar, porém em alguns sítios, ocorrem à cultura alóctone representada por plantios de subsistência como mandioca, banana e outras.

A porção oeste é dominada por áreas de pastagem natural, coincidente com os locais alagados, ocorrendo também pequenas propriedades onde é desenvolvida a cultura de subsistência.

III – Meio Socio-econômico

A Mineração Caulim do Nordeste está localizada no município de Cabo de Santo Agostinho, e esse município está inserido na porção sul, mais precisamente na mesoregião RMR (Região Metropolitana do Recife) e na microrregião Suape, a limitação desse município é: ao norte o Cabo de Santo Agostinho, ao sul Sirinhaém, a oeste Escada e a leste o Oceano Atlântico representando 0,52% desse estado.

A RMR de acordo com IBGE (2007) possui uma população de 3.658.601 habitantes, distribuída pelos Municípios de: Recife, Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Igarassu, Ipojuca, Ilha de Itamaracá, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista e São Lourenço da Mata.

Na RMR os canaviais aparecem de forma relevante na cobertura vegetal. Estão presentes também, em desvantagem em relação aos canaviais, algumas culturas de subsistência como feijão, milho, etc..

O pouco que restou da Mata Atlântica representava pouco mais de 20.759 ha (13,12% da cobertura vegetal) da RMR em 1974. Atualmente estas áreas de matas representam apenas 8.000 ha (27% da cobertura existente em 1974) (CPRM, 2005).

O clima é quente e úmido com temperatura média anual de 24°C e precipitação pluviométrica da ordem de 2.174mm, sendo os meses de maio e junho considerados como os mais chuvosos.

A vegetação é do tipo floresta subperenifolia. A Mata Atlântica faz parte da paisagem local, estando praticamente restrita a umas pequenas áreas, por ter sido substituída pela cultura da cana-de-açúcar.

O relevo assume aspectos diferenciados, podendo ser observado que na porção oeste predominam as formas que vão desde morros ondulados a cumeados com cotas que atingem a mais de 100m (CPRM, 2005).

A evolução da população do município de Cabo de Santo Agostinho, de 1970 a 2006 está indicada na Tabela 3.3 abaixo:

Tabela 3.3 – População de Cabo de Santo Agostinho entre os anos de 1970 e 2006.

ANO	POPULAÇÃO
1970	35.851
1980	39.456
1991	45.424
1996 (contagem)	48.479
2000	59.281
2006 (estimativa)	69.523

A economia está dividida entre as atividades: industriais de transformação, comércio, administração pública, agropecuária, extração vegetal, caça e pesca, indústria extrativa mineral, serviços industriais de utilidade pública e construção civil.

A economia no município de Cabo de Santo Agostinho vem crescendo numa velocidade alta, no que diz respeito ao setor industrial, em consequência dos novos empreendimentos que estão se instalando o Complexo de Suape e do turismo em Porto de Galinhas. No período de 2002 a 2005 a sua economia cresceu num ritmo de 20% a/a enquanto o Estado de Pernambuco cresceu a 12% a/a. Neste período, o setor agrícola cresceu a 20%, o setor industrial a 38% e o setor de comércio e serviços evoluíram em 18%

por ano, superando o Estado de Pernambuco nos três setores que evoluíram respectivamente a taxas anuais de 14%, 13% e 12%.

A educação do município dá-se nos 91 estabelecimentos existentes, sendo 86 de ensino fundamental, onde 14.242 alunos estão matriculados nesse ramo, e 05 estabelecimentos de ensino médio com 2.157 alunos matriculados, dando um total de 258 salas de aula, encontrando-se estas divididas em 49 para o ensino estadual, 178 para o ensino municipal e 31 para o ensino particular.

A colocação do município no ranking a nível estadual e nacional depende de dois índices, são eles: o IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) e o IES (Índice de Exclusão Social). Os indicadores do IES são: pobreza, emprego formal, desigualdade, alfabetização, anos de estudo, concentração de jovens e violência.

No caso do município de Cabo de Santo Agostinho o IDH-M é de 0,657, deixando este município em 44ª colocação no ranking estadual e em 3.644º no ranking nacional. Já o IES, é de 0,370, deixando-o em 39º colocação no ranking estadual e em 3.633º no ranking nacional. (CPRM/PRODEEM, 2005).

3.4 A GESTÃO AMBIENTAL PRATICADA

Na maioria dos casos a extração mineral causa devastação relativamente extensa, desnudamento da superfície, removendo solo superficial, alterando os cursos d'água, cavas extensas, poluição das águas e do ar, etc. O grau de impacto dependerá do tipo de extração e da forma de disposição do rejeito. Assim, na Tabela 3.4 abaixo, são descritos alguns dos impactos ambientais sobre os diferentes componentes (indicadores) ambientais.

Tabela 3.4 – Impactos ambientais acarretados pela Itapuama Mineração Ltda..

ÁREA AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL									
	EN	EP	ENe	B	EA	P	CP	LP	R	I
Vida selvagem	x									
Espécies ameaçadas	x									
Vegetação	x									
EN Efeito Nulo, EP Efeito Positivo, ENe Efeito Negativo, B Efeito Benéfico R Reversível. EA Efeito Adverso, P Problemático, CP Curto Prazo, LP Longo Prazo, I Irreversível										

ÁREA AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL									
	EN	EP	ENe	B	EA	P	CP	LP	R	I
Vegetação exótica	x									
Aragem	x									
Características do solo			x				x		x	
Drenagem natural			x				x		x	
Água subterrânea	x									
Ruído			x				x		x	
Pavimentação	x									
Recreação	x									
Qualidade do ar	x									
Comprometimento estético			x				x		x	
Áreas virgens	x									
Saúde e segurança	x									
Valores econômicos		x								
Utilidades públicas (incluindo escolas)	x									
Serviços públicos	x									
Compatibilidade com Planos regionais	x									
EN Efeito Nulo, EP Efeito Positivo, ENe Efeito Negativo, B Efeito Benéfico R Reversível. EA Efeito Adverso, P Problemático, CP Curto Prazo, LP Longo Prazo, I Irreversível										

Sendo a mineração uma atividade tradicionalmente impactante, as medidas mitigadoras, com o objetivo de preservar o meio ambiente, devem existir no decorrer da existência da atividade. Essas medidas são de responsabilidade do titular.

Quanto a Itapoama Mineração Ltda., são adotadas algumas medidas mitigadoras que estão citadas abaixo:

-As áreas escolhidas para a extração mineral não apresentam quaisquer resquícios da Mata Atlântica decorrente da ocupação anterior pela monocultura de cana de açúcar, logo a extração não produzirá danos elevados à vegetação nativa local;

-Em área com concentração de árvores frutíferas não haverá extração e sim permitirá a continuidade da cultura de subsistência minimizando o impacto com a conformação visual das áreas;

-A remoção do solo e da vegetação só ocorrerá na área de extração pelo período pré-estabelecido, diminuindo, consideravelmente, os impactos temporal e paisagístico;

-As cavas serão recompostas com reposição do solo e revegetadas, devolvendo a terra, o seu uso agrícola.

-Não haverá extração mineral nas margens do rio, permitindo assim a proteção das margens e da mata ciliar;

-A armazenagem do minério será em pilhas de 2,00 metros de altura e em um único local, permitindo uma baixa ocupação territorial e diminuição do impacto na conformação paisagística.

-Serão instalados tambores de lixo em vários pontos da jazida, evitando assim a contaminação do solo e das águas pluviais e fluviais;

-Será instalado um tambor apropriado para os resíduos lubrificantes e repasse para uma empresa credenciada pela CPRH, respeitando as normas ambientais para o destino do resíduo;

-Todos os veículos e equipamentos utilizados para a produção do minério têm sua carga coberta por lonas, trafegando com velocidade compatível e não realizando manutenção e abastecimento na área de exploração, impedindo a contaminação do solo, das águas pluvial e fluvial, e estradas;

-Existe a utilização de uma única via para o tráfego de caminhões no interior da mina, promovendo uma menor interferência na vegetação rasteira e danos à morfologia local;

-Todo pessoal envolvido no empreendimento deverá utilizar equipamentos de proteção individual, diminuindo assim os riscos de acidente;

-Será implantada uma cortina verde ao redor da área de extração, promovendo a diminuição de ruídos e pó em suspensão.

A desativação de um empreendimento mineiro é uma etapa importante do planejamento de uma mina e o seu estudo tem a finalidade de reduzir ou eliminar o passivo ambiental após o fechamento de uma mina. Para isto, são necessários ações e programas, desenvolvidos durante a vida da mina, com a participação de todos os interessados. É também relevante a previsão dos gastos com recuperação e desativação na fase de viabilidade econômica, pois estes custos são elevados.

É de vital importância tornar viável a coexistência de ecossistemas climáticos locais e explorações econômicas sem prejuízos mútuos.

No processo extrativo, a restauração da área é algo impossível de acontecer, pois restaurar implica na reprodução exata das condições do local antes da alteração sofrida. A reabilitação parece ser a proposta mais próxima da realidade, estando ligada ao uso e ocupação do solo, ou seja, uma reutilização do local minerado como área de lazer, residencial, comercial, industrial, agrícola, entre outras. Já a recuperação, por sua vez, implica em colocar no local alterado condições ambientais as mais próximas possíveis das condições anteriores que é o que a empresa se propõe fazer.

A reabilitação de cavas exauridas através de seu preenchimento possibilita um ganho estético e uma melhor reabilitação ambiental da área degradada, em termos de conformação topográfica e habitat potencial para as espécies vivas.

A Itapoama Mineração utiliza o método de lavra tipo “strip mining”, onde a aplicação padrão requer que uma tira de minério seja removida e o enchimento é executado integralmente com o ciclo de lavra onde parte do material é o capeamento da tira em lavra. Outra parte é o capeamento da tira seguinte e a outra parte é material de empréstimo. Esse método tem a vantagem que, ao chegar-se ao final de cada ciclo de lavra, a área já estará recuperada e habilitada, geralmente revegetada ou reflorestada.

Com aplicação das ações mitigadoras anteriormente citadas, acredita-se que o impacto negativo, principalmente na conformação topográfica, deverá ser inibido criando uma ambiência favorável para o uso posterior do solo, seja na agricultura ou na pecuária, e até mesmo na preparação para a construção de indústrias tendo em vista a localização da mina próximo ao complexo industrial de SUAPE.

Mesmo com a adoção de métodos de controle e de procedimentos para recuperação das áreas degradadas poderá ocorrer o desenvolvimento de processos erosivos.

Desse modo, deverá ser promovido o monitoramento ambiental, por meio de vistorias periódicas, de modo a aferir as condições do terreno e identificar o surgimento de possíveis processos erosivos.

O monitoramento da área recuperada é objeto de uma Dissertação de mestrado, onde é estudado a evolução da revegetação de uma área não lavrada, porém revegetada, comparando com uma área lavrada, recuperada e revegetada, através de uma técnica de preparação do solo, desenvolvida em colaboração do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), incluindo aterro e enriquecimento com matéria prima. Nesse estudo observou-se que a área lavrada e recuperada teve um desenvolvimento melhor da revegetação, pois foram dadas condições para isso.

Estima-se que o empreendimento possua uma vida útil de mais de 331 anos, podendo ou não ser desativado durante este período, fato este que dependerá da decisão gerencial da cessionária. Prever os impactos desta decisão, tendo em vista o largo horizonte temporal é uma tarefa sujeita a equívocos.

De um modo geral, a desativação do empreendimento não teria maiores interferências, dado que a área a cada ano tem um ciclo de lavra e recuperação da área minerada, sendo no fim de cada ciclo a sua área totalmente recuperada. Esses custos já estão todos previstos no fluxo de caixa do Plano de Aproveitamento Econômico. A lavra é feita desta forma, pois o método utilizado exige essa operação de concomitância da lavra junto com a recuperação, estando assim a área na sua fase de desativação totalmente recuperada e habilitada.

O instrumento de gestão Ambiental Plano de Controle Ambiental (PCA) objetivou a Autorização para “Aterro” e demonstrar a metodologia a ser empregada, na relação entre extração e meio ambiente, tendo em vista a extração de material de empréstimo, destinado ao fechamento de cava proveniente da extração de argila.

As devidas ações de segurança tanto para os funcionários quanto para os visitantes são tomadas tais como o uso de equipamentos de segurança e a sinalização adequada nas vias de acesso.

CAPÍTULO 4 - A MINERAÇÃO ITAPOAMA LTDA NA ÓTICA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Como sabido, a mineração é uma atividade industrial conhecida e desenvolvida em todo mundo. KOPPE (2005) destaca que o desenvolvimento da mineração no exterior ocorreu de forma mais homogênea em relação ao Brasil e ressalta ainda que houve uma mudança nos métodos de lavra, até então manuais, semi-mecanizados e mecanizados, sendo acopladas aos poucos novas tecnologias. Neste contexto surgiram novos métodos de lavra tais como: a lavra a céu aberto (ou de superfície) e a lavra subterrânea (ou de profundidade). Esses métodos determinam as operações e os equipamentos que integram as principais atividades de lavra, incluindo as etapas de retirada da cobertura vegetal, preparação, perfuração, detonação, escavação, carregamento e transporte de minério.

Atualmente, já existe uma consciência de que a mineração é parte integrante e importante, no que diz respeito à história e do espaço físico do país e do mundo. Porém, apesar dessa importância, já foi este um dos setores, eleito pela economia, como estratégico e responsável pelo crescimento não-sustentável. O setor mineral requer, em função dos detrimientos atribuídos a tal atividade, que um grande trabalho seja realizado, na tentativa de minimizar os impactos ambientais e até alguns conflitos socioeconômicos no que cabe ao uso e ocupação do solo. (SCLiar 2004 *apud* TEIXEIRA *et al* 2007).

4.1 A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO SUSTENTÁVEL

De acordo com o Plano de Implementação da Agenda 21, aprovado na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável Rio + 10, Parágrafo 46, tem-se que: A importância da Indústria Mineral é atualmente de fato bastante presente e essencial. É necessário que se fomente algumas práticas para que se possa pensar em Desenvolvimento Sustentável na mineração. É com o interesse voltado para o desenvolvimento sustentável dos minerais, assim como a sustentabilidade da mineração, com vistas à minimização dos impactos e benfeitorias para o meio ambiente, que são bem vindas as parcerias com governos, organizações intergovernamentais, empresas de mineração, entre outros; com o objetivo de se estreitar os laços entre esses e também fazer com que exista a clareza entre todos os

interessados. Durante todas as etapas da mineração, desde a pesquisa até o encerramento das atividades, as comunidades locais entre outras existentes no local da Indústria Mineral, devem fazer parte dos grupos de interesse em prol do desenvolvimento sustentável.

Os métodos para se promover uma mineração sustentável em países em desenvolvimento e em países com a economia em transição, a fim de aperfeiçoar a mineração, é buscar novas informações tecnológica e recuperar e reabilitar os locais degradados.

A economia mineral é um dos alicerces do desenvolvimento sustentável, pois se formos considerar a maior parte dos bens, sobretudo na economia industrial, é consequência da transformação das matérias primas e produtos minerais (LIMA, 2007).

Ainda dentro desse tema, pode-se afirmar que não existe desenvolvimento econômico e social, sem que haja um melhor aproveitamento dos recursos minerais, não sendo de se admirar que a mineração seja um setor considerado como escada ao desenvolvimento, pois, nesse setor criam-se demanda de infra-estrutura e serviços dando margem ao surgimento de indústrias de transformação e de bens de capital, assim, nasce uma extensa cadeia de geração de renda e empregos. Com isso a mineração é reconhecida como uma atividade fixadora do homem no campo, aproveitando mão-de-obra local, diminuindo o êxodo rural e o aumento da população urbana. (CARVALHO, 2004).

Segundo MILIOLI e McALLISTER (2004), o desenvolvimento sustentável tem como origem o trabalho da Comissão Brundtland, e desde então, este tem sido tomado como modelo para manter o desenvolvimento econômico e conhecer a necessidade de se proteger os recursos para gerações futuras, e ainda, segundo os autores citados, a explanação na prática, muda de país a país e de cultura a cultura.

Baseado em SCLIAR (2007), a Tabela 4.1 mostra resumidamente, propostas de políticas e práticas para afiançar o aproveitamento sustentável dos bens minerais no Brasil.

Tabela 4.1 - Propostas para afiançar o aproveitamento sustentável dos bens minerais no Brasil (SCLIAR, 2007).

	POLÍTICAS E PRÁTICAS URGENTES
FORMALIZAÇÃO	Apoio e fomento à organização das pequenas unidades produtivas minerais em pequenas empresas ou cooperativas dependendo de sua aptidão.
LEVANTAMENTO GEOLÓGICO BÁSICO	Incentivo ao mapeamento geológico básico em escala compatível para a realização de zoneamento ecológico-econômico nas regiões mineiras.

	POLÍTICAS E PRÁTICAS URGENTES
ORDENAMENTO DAS ÁREAS MINERADAS	Promover zoneamento ecológico-econômico nas regiões mineradas e com potencial mineral para estabelecer a convivência do tempo e do espaço com outras atividades
SISNAMA	Fortalecer o pacto federativo (União, Estados e Municípios) eficiente e positivo nas políticas ambientais.
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	Construir parâmetros quantitativos e qualitativos que permitam atitudes proativas de apoio, fiscalização e controle da mineração.
RELAÇÃO COM COMUNIDADE	Apoiar e fomentar a criação de fóruns, envolvendo governos, empresas, trabalhadores e comunidade para definir e acompanhar a implementação das políticas públicas no setor mineral.
APROVEITAMENTO DOS MATERIAIS LAVRADOS	Apoiar e fortalecer políticas tecnológicas e comerciais que viabilizem ampliar a rentabilidade do material removido das minas e reduzir a quantidade de rejeitos produzidos na extração mineral.
REAPROVEITAMENTO	Ampliar as pesquisas científicas e tecnológicas para a reciclagem e reuso de maneira a reduzir a necessidade de lavra de minérios virgens.
MINERAÇÃO EM TERRAS INDÍGENAS	Aprovação de legislação que garanta a mineração rudimentar pelos índios e terceiros através da regulamentação do artigo 231 da C.F.
FECHAMENTO DE MINA	Estabelecer práticas sociais e econômicas que garantam a qualidade de vida dos trabalhadores e da comunidade após o fechamento da mina
MINAS ÓRFÃS	Cadastrar as minas abandonadas para determinar responsabilidades privadas e estabelecer políticas de recuperação ambiental, social e econômica da região.
TRIBUTAÇÃO	Aprovar legislação que não prejudique a competitividade fomenta a agregação de valor e contribua para o desenvolvimento sustentável das regiões mineradas.
ARTICULAÇÃO ENTRE L A E OUTORGA MINERÁRIA	Articular os procedimentos de L A fornecido pelos órgãos ambientais com outorgas de direitos minerários concedidos pelo DNPM
ÁGUA	Articular ações do governo federal, estaduais e municipais que garantam estudos dos aquíferos para viabilizar seu controle e fiscalização.
AGENDA 21 DO SETOR MINERAL	Criar fóruns e estabelecer compromissos entre governos, empresas, trabalhadores e comunidades para o desenvolvimento de ações visando a mineração sustentável, articuladas com a Agenda 21 local.

Enfim, o desenvolvimento sustentável na mineração enfatiza o desenvolvimento de alguns critérios e indicadores.

Os indicadores de desenvolvimento sustentável são medidas ou parâmetros, passíveis de quantificações, sendo estes utilizados na avaliação do estado de qualquer sistema, assim

como também na identificação de mudanças implantadas tanto de ordem física, como química ou biológica, tentando com isso, deixar a área, apta a um novo uso. (CAMELO, 2006).

Ainda de acordo com a Literatura, a escolha dos indicadores adequados sofre influências de vários fatores como: localização da mina, variações climáticas e de solo, tipo de bem mineral lavrado, sistema de beneficiamento utilizado, legislação local, conscientização da população envolvida, entre outros. No caso de estudo, o principal foco/indicador de sustentabilidade focam os aspectos operacionais: método de lavra e aptidão agrícola local (monocultura da cana-de-açúcar).

POLETTTO (2006) destaca que os indicadores são utilizados também na identificação das necessidades para a formulação e avaliação de políticas públicas, porém, esses indicadores ainda são pouco utilizados no Brasil.

A lista de indicadores de sustentabilidade tem crescido nos últimos anos, via de regra, constituindo índices agregados de questões relacionadas ao meio ambiente, à pobreza, ao consumo e ao governo.

A tarefa mais difícil continua sendo a definição de um sistema de indicadores adequados, dadas as variáveis existentes nesta atividade, como: diferenças de porte, substâncias extraídas e impactos econômicos, sociais e ambientais, entre outros; que possam agrupar transformações políticas, econômicas e sociais concretas, considerando a existência de variáveis não controláveis pela mineração. (SCLIAR apud VIANA, 2007).

Junto com a agenda 21, surgiram algumas determinações para o setor mineral, como por exemplo, a decisão de que cada estado, município ou região seria responsável pela criação de seus próprios indicadores de sustentabilidade, dando ênfase as suas potencialidades e especialidades, pois ninguém é mais qualificado do que a própria comunidade para sugerir os melhores indicadores, podendo utilizar os indicadores já existentes como modelo. (SCLIAR apud VIANA, 2007).

Os impactos ambientais da atividade mineral, de um modo geral, são condições administradas por indicadores específicos, é oportuno que esses indicadores tenham as seguintes características:

- Fácil medição;
- Aplicabilidade em diferentes ecossistemas e sistemas econômicos e sociais;
- Amplitude;
- Praticidade e facilidade de entendimento;
- Repetitividade em relação ao tempo;

- Adaptabilidade e sensibilidade às mudanças no sistema; e
- Tolerância aos diversos padrões estabelecidos.

Alguns exemplos de medidas/iniciativas para o setor mineral, segundo (SCLiar, 2007), são:

- Política pública e empresarial debatida com a comunidade visando o ordenamento do território para outros usos simultâneos ou após o fechamento da mina;
- condições de saúde e segurança dos trabalhadores;
- maximização da recuperação e aproveitamento das rochas movimentadas na lavra;
- eliminação da disseminação de aerossóis, ruídos e efluentes;
- sustentabilidade da substância mineral no seu ciclo de vida até o pós-consumo;
- geração de renda e emprego em atividades associadas à mineração;
- retorno social e econômico para a região minerada via tributos ou outros investimentos realizados em função da mineração; e
- cumprimento da legislação mineral, ambiental e trabalhista.

Alguns indicadores de sustentabilidade identificados e/ou praticados na Itapoama Mineração LTDA são:

- Política pública e empresarial, com vistas ao ordenamento territorial, para utilização concomitante e pós descomissionamento;
- Saúde, segurança e higiene para os trabalhadores;
- Aproveitamento total do caulim explotado, com a preocupação de maximizar a recuperação;
- Sustentabilidade do mineral em todo seu ciclo de vida;
- Geração de empregos e renda;
- Retorno social e econômico da área;
- Minimização dos gastos com energia e água; e
- Cursos e programas de informação ambiental para os trabalhadores.

Atender às requisições da concorrência local e global, e ainda contemplar conceitos de sustentabilidade, se enquadra atualmente em um dos grandes desafios para o setor empresarial comprometido com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável. A indústria da mineração vem apresentando bons resultados no que diz respeito à ampliação da sustentabilidade de seus processos produtivos e da expansão de suas ações de responsabilidade social. (IBRAM, 2006).

Portanto, alguns indicadores de sustentabilidade identificados e/ou praticados na Itapoama Mineração LTDA, são:

- Política pública e empresarial, com vistas ao ordenamento territorial, para utilização concomitante e pós descomissionamento;
- Saúde, segurança e higiene para os trabalhadores;
- Aproveitamento total do caulim explotado, com a preocupação de maximizar a recuperação;
- Sustentabilidade do mineral em todo seu ciclo de vida;
- Geração de empregos e renda;
- Retorno social e econômico da área;
- Minimização dos gastos com energia e água; e
- Cursos e programas de informação ambiental para os trabalhadores.

4.2 A GESTÃO AMBIENTAL CONSORCIADA: MINERAÇÃO & AGRICULTURA

Atualmente, é sabido que através de um estudo de Programa de Gestão Ambiental é possível entender como se desenvolve o interesse das empresas em relação ao meio ambiente, dando ênfase à maneira com que os principais instrumentos de gestão ambiental vêm sendo colocados ao longo do desenvolvimento do empreendimento, apontando algumas possíveis falhas na gestão utilizada pela empresa.

Alguns dos instrumentos de Gestão Ambiental utilizados na empresa Itapoama Mineração Ltda. são: Estudo Prévio de Impactos Ambientais, Plano de Controle Ambiental, Monitoramento e implantação de Medidas Mitigadoras.

O Estudo Prévio de Impacto Ambiental relata a área antes da implementação do empreendimento assim como também, seus possíveis impactos no decorrer das operações, bem como o acompanhamento dos efeitos causadores de degradação ambiental.

O método de lavra escolhido para exploração está intimamente ligado ao grau de impacto alcançado com essa prática. Na exploração são tomados alguns cuidados a fim de se evitar impactos negativos na Itapoama Mineração Ltda., como por exemplo:

- O local escolhido para a retirada de material para aterro não apresentam qualquer cobertura vegetal, fato decorrente da ocupação da monocultura de cana de açúcar na região, logo a extração não produzirá qualquer dano à vegetação local; e
- O desmorte deverá obedecer ao ângulo de talude de 45°. Visando o não- desmoronamento do mesmo. A parte retirada que antes era morro será aplainada na altura de um metro acima da linha férrea.

O Plano de Controle Ambiental empregado pela Itapoama Mineração Ltda. consiste em obter a autorização para utilizar material proveniente da barreira no aterro da cava após a exploração do minério e também, demonstrar a metodologia a ser empregada, na relação entre extração e meio ambiente.

O Monitoramento, mesmo com a adoção de métodos de controle e de procedimentos para recuperação das áreas degradadas empregado, poderá ocorrer o desenvolvimento de processos erosivo.

Desse modo, deverá ser promovido o monitoramento ambiental, por meio de vistorias periódicas, de modo a aferir as condições do terreno e identificar o surgimento de possíveis processos erosivos.

Por fim as Medidas mitigadoras foram citadas no capítulo 3.

4.3 A RECUPERAÇÃO & REABILITAÇÃO AMBIENTAL EMPREGADAS

A Indústria Mineral se ver diante de várias oposições, pois ao mesmo tempo em que degrada, ou seja, modifica o terreno, causa danos ambientais no processo de exploração e deposição de rejeitos e estéril; ela também é de suma importância para a sociedade e o mais relevante é que essa situação de degradação pode ser minimizada de forma que se recupere o mais próximo do que era antes e de forma aceitável, causando assim diminuição do impacto ambiental negativo. Deve-se realizar a recuperação desde o planejamento até após sua exaustão (Caetano, 2006).

É importante que se tenha, com antecedência, uma diretriz de recuperação ambiental, que possa servir como base para a fase de desativação, na qual tenta-se minimizar os impactos ambientais relativos à fase de operação. Deseja-se que essa recuperação seja realizada de forma simples, baseada em conceitos de metodologia urbanística e manejo florestal, com estudos anteriores de parâmetros como: fitogeografia predominante no local, estudo do uso futuro das áreas a recuperar, vegetação do entorno, topografia, características físico-químicas do solo, facilidade de aquisição ou produção de mudas, plantio e sua manutenção (CAETANO, 2006).

É relevante destacar alguns conceitos de termos empregados para expressar os objetivos pretendidos em um programa de reabilitação de áreas degradadas.

1. Degradação: degradar significa deteriorar, desgastar, estragar; é um processo de perda de identidade (MINEROPAR, 1991).

2. Recuperação: significa que o sítio degradado receberá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem. <<http://www.cnpma.embrapa.br/unidade/index.php3?id=229&func=pesq>>. Acesso em: 06 de julho de 2008.
3. Reabilitação: processo de retorno de uma área degradada à uma condição auto sustentável, havendo a necessidade de uma intervenção antrópica, considerando-se potenciais usos futuros. <<http://www.cnpma.embrapa.br/unidade/index.php3?id=229&func=pesq>>. Acesso em: 06 de julho de 2008.
4. Restauração: retorno completo da área degradada às condições anteriores à degradação ou a uma condição intermediária estável, ou seja, é o retorno do estado original da área antes da degradação, fazendo referência à topografia, vegetação, fauna, solo, hidrologia, o que é praticamente inatingível.
5. Fechamento: processo que engloba toda a vida da mina desde a fase de viabilidade econômica até a fase de liberação da área.
6. Descomissionamento: processo de remoção de toda a infra-estrutura e serviços não necessários quando da cessação da produção da mina.

A Tabela 4.2 mostra as principais opções de recuperação ambiental de áreas ocupadas por atividades de mineração.

Tabela 4.2 – Algumas opções de usos futuros. Fonte: (SANCHEZ, 2001 *apud* ALMEIDA, 2006).

	NÍVEL DE RECUPERAÇÃO	NOVA SITUAÇÃO	NOVO USO
MINA	Abandono	Degradação	Sem Uso
		Regeneração	Vários Usos Possíveis
	Reabilitação	Novo Ambiente	Conservação
			Piscicultura
			Recreativo
		Condições Similares	Conservação
			Recreativo
			Agrícola Ou Florestal
			Urbano (Residencial, Comercial, Industrial).
		Conservação do Patrimônio Industrial	Turístico
			Educativo
	Restauração	Estabilidade	Vários Usos Possíveis

Área degradada, segundo MINEROPAR (1991) é a extensão do terreno que abrange não só o espaço delimitado pelas operações de lavra, mas todo um campo de ação envolvendo o manuseio do minério e do estéril na fase da extração e do beneficiamento, bem como todas as construções de apoio e infra-estrutura destinadas à mina, à empresa e aos seus funcionários.

Já IBAMA (1990) se volta para o meio ambiente e admite que área degradada é a área em que a vegetação nativa e a fauna foram destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo foi perdida, removida ou enterrada; a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico foram alterados. A degradação ambiental ocorre quando há perda das características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento sócio-econômico.

Os pontos mais importantes a serem contemplados com a recuperação de área degradada em uma mineração são:

-áreas lavradas: incluem cavas, frentes de lavras, trincheiras, galerias em lavra subterrânea etc.;

- áreas de deposição de resíduos sólidos: incluem pilhas, solos superficiais, estéreis, bacias de decantação e sedimentação de rejeitos de beneficiamento, etc.;
- áreas de infra-estrutura: incluem áreas de funcionamento de unidades de beneficiamento, áreas de estocagem e expedição de minérios, vias de circulação, escritórios, oficinas etc.

Um dos fatos que acometem o setor mineral em relação à reabilitação de áreas degradadas, principalmente nas empresas de médio e pequeno porte, diz respeito à preocupação tardia desta, pois assim há aumento dos custos quando este poderia ser amortizado ao longo da vida útil da mina.

Algumas medidas devem ser inseridas ao setor mineral em relação à mitigação dos impactos negativos, os quais devem visar um curto intervalo de tempo, valorizando os elementos-chave na questão de desenvolvimento sustentável, como por exemplo: método de lavra e reabilitação (ÂNGELO, 1999).

Com relação ao Monitoramento, alguns itens devem ser contemplados:

- condições dos terrenos;
- germinação das sementes;
- cobertura;
- estado nutricional da vegetação;
- controle de pragas e doenças.

A etapa de monitoramento deve persistir pelo tempo necessário para que sejam observadas circunstâncias de equilíbrio e sustentabilidade na área em foco. Entretanto, nem sempre a consciência do empreendedor está direcionada para este cuidado.

Dentro desse contexto, a recuperação das áreas mineradas e seu monitoramento aparecem como ferramentas importantes quando da desativação de um empreendimento mineiro, tendo como objetivo a minimização dos impactos ambientais.

A minimização ou eliminação do passivo ambiental pós-fechamento de uma mina depende do estudo de uma etapa importantíssima do planejamento de uma mina, a desativação, tornando-se necessária a criação de programas e ações no decorrer da vida útil do empreendimento. É importante salientar, que os gastos com tal etapa são altos se deixados quando do fechamento da mina. Estes gastos podem ser reduzidos se for realizada provisão dos gastos com recuperação e desativação já na fase inicial do empreendimento, quando as empresas encontram-se capitalizadas. (OLIVEIRA, 2005).

Em relação aos tipos de Fechamento, eles podem ser:

- Fechamento Planejado: do Plano Conceitual ao Plano Final;
- Fechamento Súbito: Envolve a necessidade de implementação de um acelerado plano de descomissionamento;
- Fechamento Temporário: Envolve preparação de um plano de descomissionamento, levando em conta o potencial para futuras operações.

O processo de requerimento para fechamento de mina deve ser contemplado com acompanhamento de uma legislação transparente, assim como também com um conjunto de indicadores ambientais, para direcionar o sucesso da reabilitação. No entanto, o processo de fechamento depende do país onde está localizado o empreendimento, como mostrado na tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Comparação de Condutas de Fechamento de Empreendimentos Mineiros Adotadas em Países com vocação mineral. Fonte: (ALMEIDA, 2006).

ÍTEM	PAÍSES DESENVOLVIDOS			PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO	BRASIL
	CANADÁ	EUA	AUSTRÁLIA		
Plano de fechamento faz parte do licenciamento da operação.	Sim	Sim	Sim	Vem sendo adotado, mas com falhas em função da legislação antiga.	Começa-se a adotar, mas com falhas em função da legislação antiga.
Para minas em operação que não possuem plano de fechamento é dado prazo para a sua apresentação.	Sim	Sim	Sim	Sim, mas prevê negociação entre governo e empreendedores.	Sim, mas prevê negociação entre governo e empreendedores.
Apresentação de relatório de acompanhamento do plano de fechamento (ou documento similar) ao governo.	Sim	Sim	Sim	Sim, em alguns casos, mas com pouco aproveitamento.	Não, a menos que se contemple nos relatórios enviados pelo empreendedor referentes aos planos de monitoramento previstos na L.O.

ÍTEM	PAÍSES DESENVOLVIDOS			PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO	BRASIL
	CANADA	EUA	AUSTRÁLIA		
Participação da sociedade	Sim	Sim	Sim	Em alguns países	Apenas nas audiências realizadas para aprovação do EIA/RIMA.
Responsabilidade perpétua do empreendedor pela área recuperada.	Sim	Não é definido	Não é definido	Não é definido	Não é definido
Governo é responsável por fiscalizar a execução do plano de fechamento ou documento similar.	Sim	Sim	Sim	Sim, mas há muitas falhas na fiscalização em parte por falta de infra-estrutura.	Sim, mas há muitas falhas na fiscalização em parte por falta de infra-estrutura.
Cobrança de taxas obtidas junto ao setor mineral, para recuperar a área degradada por empreendimentos.	Sim	Sim	Não	Apenas na Índia	Não
Apresentação de garantias e revisões periódicas dos valores.	Sim	Sim	Sim	Em alguns países	Não
acompanhamento Cobrança de multas por não cumprir o que foi aprovado no plano de fechamento ou documento similar.	Sim	Sim	Sim	Em alguns países	Sim

No tocante ao contexto da sustentabilidade social, econômica e ambiental na mineração, torna-se possível, à medida que se garante uma exploração que cumpra com o

limite de exaustão de uma determinada área, mantendo assim a integridade da base dos recursos minerais, e assim, a sua perpetuação ao longo do tempo (CASSIANO, 1996).

Levando em consideração que a dificuldade principal é de não se dispor de dados para o conhecimento do limite de exaustão que se pode explorar em uma determinada região, porém, se a atividade mineral for julgada de acordo com os enfoques social, econômico e ecológico concomitantemente, torna-se possível a identificação das condições mínimas para que esta atividade seja tomada como sustentável.

A mineração será uma atividade socialmente sustentável se for positiva sua interferência sobre o homem e o seu meio social. Essa interferência deverá ser julgada de acordo com os impactos ambientais causados por essa atividade. Já a sustentabilidade econômica, tangencia a busca pela eficiência na gestão dos recursos que deve ser constante, pois, através de um fluxo regular de investimentos públicos e privados, consegue-se maximizar respeitando os elementos da sustentabilidade econômica de acordo com seus elementos (capital humano, natural e construído pelo homem) o bem-estar humano.

A sustentabilidade ambiental diz respeito ao capital natural, que são todos os recursos do meio ambiente, renováveis ou não renováveis, como: solo, recursos do subsolo, flora, fauna, água, atmosfera, entre outros. Seu principal objetivo é preservar a integridade dos sistemas ecológicos que são críticos ao equilíbrio do ecossistema global. Sendo assim, a fronteira entre as sustentabilidades econômica, social e ambiental, é bastante delicada, essa pode ser a explicação pelo qual a sustentabilidade ambiental é considerada como princípio organizador do desenvolvimento sustentável (SENA, 2003).

A sustentabilidade é adquirida no momento em que se consegue a união e interseção de vários fatores como: socioeconômico, crescimento econômico, eco eficiência, progresso social, socioambiental e proteção ambiental. Este equilíbrio acontece na teoria, pois na prática não é possível, Fig. 4.1.

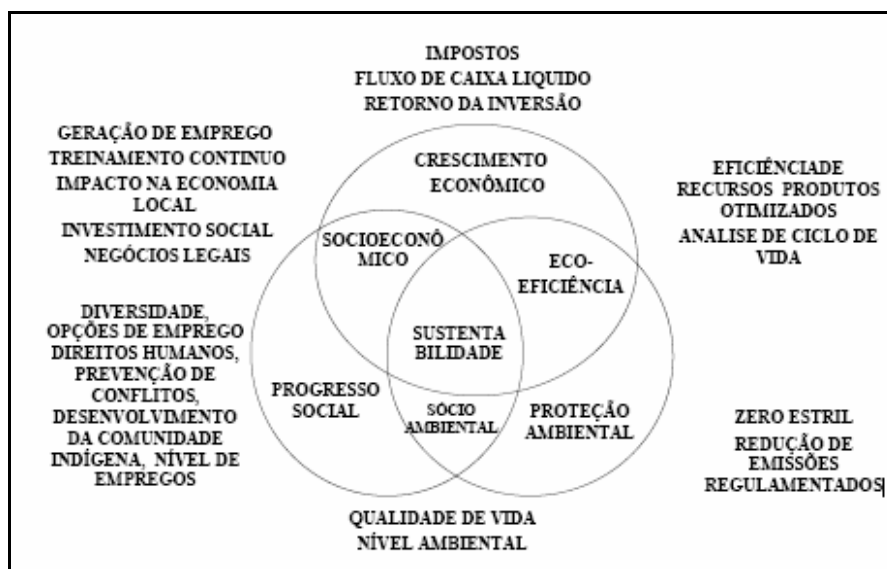


Fig 4.1 - Representação do Conceito de Sustentabilidade na Mineração (ZYL, 2000 apud GRANDAL, 2005 apud AMADE, 2006).

É importante a contribuição para a construção de um modelo de desenvolvimento econômico capaz de gerar as condições de acumulação de capital e tecnologia e ao mesmo tempo, de assegurar a qualidade ambiental, de forma que, após a desativação e o fechamento de minas, o uso das áreas mineradas permita a contínua agregação de valores econômico-sociais e culturais às comunidades locais e à sociedade em geral. (MUNCHENBERG, 1998; JAMES, 2000; *apud* GRANDAL, 2005).

A Itapoama Mineração Ltda. acredita em um desenvolvimento sustentável no setor mineral, porém é preciso que haja uma contribuição das empresas deste ramo, pois, juntando forças no setor hora mencionado, consegue-se alcançar tal situação mediante o gerenciamento local do aproveitamento dos recursos.

Neste contexto, a Itapoama Mineração Ltda. mostra a consciência com a recuperação ambiental do empreendimento, não apenas quando da sua finalização, mas também e principalmente, concomitantemente com as operações, destacando que o método de lavra utilizado nesta empresa contempla a recuperação ao mesmo tempo das atividades de exploração.

Como o maior impacto ambiental considerado pela empresa em questão é o comprometimento visual, este é bastante minimizado, pois ao término das operações locais a área está apta para, no caso da Itapoama Mineração Ltda., o plantio de cana-de-açúcar, voltando assim a área a seu uso inicial.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 CONCLUSÕES

Finalizando este trabalho, que se baseou em referências bibliográficas para se compreender a interferência do meio ambiente nos empreendimentos mineiros e o desenvolvimento sustentável na mineração, chega-se às considerações finais.

O Desenvolvimento Sustentável, para qualquer atividade industrial, apóia-se em uma melhoria contínua em relação a um Modelo de Gestão Integrada. Se faz necessária uma consciência empreendedora voltada para este tema. Assim, as partes interessadas que são os clientes, acionistas, empregados, governos, comunidade, concorrentes e fornecedores, têm como avaliar a imagem do empreendimento, tendo em vista o tão necessário desenvolvimento sustentável, onde os seres humanos devem ser considerados os centros das preocupações onde todos têm direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza. Além disso, o direito ao desenvolvimento deve ser alcançado de forma a garantir as necessidades das gerações presentes e futuras, com relevância à proteção ambiental que deve ser condição "sine qua non" no processo de sustentabilidade. (MEDEIROS, 2003).

O setor mineral, tão conhecido pela peculiaridade de seus impactos, assim como outros segmentos industriais que degradam o ambiente e por isso é considerado como insustentável, pode e deve minimizar seus danos. Para isso se fazem necessárias iniciativas em diferentes escalas, tornando oportuna a adoção de políticas afirmativas para experiências sustentáveis e para tanto é de suma importância a criação de propostas de indicadores com vistas ao desenvolvimento sustentável. Além de investimentos para fiscalização, controle e uso racional dos bens minerais.

O desafio de estudar um setor da produção primária, que faz uso de bem de capital exaurível e não-renovável, focalizou um exemplo de empreendimento mineiro baseado em indicadores de sustentabilidade operacional das atividades de Lavra de Minas consorciadas com a atividade agrícola (plantio de cana-de-açúcar), onde o principal impacto ambiental negativo é o prejuízo causado à conformação topográfica.

CARVALHO (2004) ao afirmar que não existe desenvolvimento econômico e social sem que haja melhor aproveitamento dos recursos minerais, o autor bani qualquer tentativa de lavra predatória. Ao considerar atividade mineral consorciada do caso de estudo, com outra

atividade de produção primária (agricultura), se vislumbra um modelo sustentável de produção.

De acordo com algumas decisões que surgiram com a agenda 21, a responsabilidade para com a elaboração dos indicadores de sustentabilidade seria de cada estado, município ou região, levando em conta suas necessidades e potencialidades, assim a comunidade faz jus as suas próprias necessidades (SCLIAR apud VIANA, 2007).

A decisão quanto a indicadores adequados se torna uma tarefa difícil, devido às alterações a que esse setor está exposto, alterações essas não controláveis pela mineração. (SCLIAR apud VIANA, 2007).

De acordo com SCLIAR (2007), dentre os principais indicadores de sustentabilidade para o setor mineral identificados no caso de estudo, ressalta-se os aspectos operacionais da Lavra de Minas apoiados no método Lavra em Tiras (“stripping mining”). Cujas concomitância com a recuperação topográfica com material de empréstimo somado ao consorciamento com o replantio da cana-de-açúcar se configurou numa Reabilitação Ambiental Sustentável. Por outro lado, não se pode estender as demais metodologia de lavra de minas empregadas na região: lavra de areia em cava e em leito de rio (“placers mining”); lavra de argila em meia-encosta (“open cast mining”); e lavra de granito para a produção de brita em cava (“open pit mining”).

Vale destacar que, a sustentabilidade operacional para o Setor Mineral, mais especificamente o caso de estudo, é condicionado pelo tipo de depósito, grau de consolidação e/ou coesão do minério/estéril. Outrossim, ressalta-se a sinergia na forma de uso e ocupação do solo: MINERAÇÃO & AGRICULTURA/AGROINDÚSTRIA. Mesmo sem considerar a vocação geológica (formações geológicas de minerais industriais) local/regional.

Por fim, o estudo de caso (Itapoama Mineração Ltda) mostrou ser possível inserir a MINERAÇÃO no contexto sustentável, mesmo considerando apenas indicadores operacionais da Lavra de Minas.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- (i) estudar outros casos de sustentabilidade de empreendimentos mineiros apoiados na vocação dos aparelhos produtivos locais/regionais;
- (ii) levantar indicadores de sustentabilidade aplicados à Indústria Mineral;

(iii) relacionar o Fechamento de Mina com os postulados do Desenvolvimento Sustentável;

(iv) fortalecer a Linha de Pesquisa Gestão Ambiental na Mineração do PPGEM/UFPE com estudos focados na temática “A Indústria Mineral Mineração no Contexto Sustentável”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADE, Pedro. **Mineração e desenvolvimento sustentável - estudo de caso: o garimpo de ouro de Monsenhor Horta em Mariana, Minas Gerais.** Ouro Preto, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas).

ALMEIDA, Mauricio Rios de. **Avaliação dos mecanismos de garantia financeira para fins de fechamento de mina e o seu impacto na viabilidade de projeto de mineração de grande porte no estado de Minas Gerais.** Ouro Preto: UFOP, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica).

ÂNGELO, J.G.M. **Avaliação de parâmetros químicos, ciclagem e acúmulo de elementos minerais essenciais no solo e levantamentos fitossociológicos em áreas reabilitadas da S.A. Mineração da Trindade – Samitri-MG.** Ouro Preto: UFOP, 1999. 168p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, 1999.

ABSY, Miriam Laila, *et al* e (Org). **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas.** Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.

BACCI, Denise de la Corte, *et al.* **Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana.** Revista Escola de Minas - v.59 n.1 Ouro Preto, 2006.

BARRETO, M. L. (Org.) ; SIROTHEAU, G. J. C. (Org.); BÔAS, R. V. (Org.) ; CHAVES, A. P. (Org.) ; JOHNSON, B. (Org.) ; FERNANDES, F. (Org.) ; LIMA, M. H. R. (Org.) ; NAHASS, S. (Org.) . **Mineração e Desenvolvimento Sustentável: desafios para o Brasil.** 1. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. v. 1. 215 p.

BELLO, C. V. V. Zeri. **Uma proposta para o desenvolvimento sustentável, com enfoque na qualidade ambiental voltada ao setor industrial.** Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Eng. Produção).

BELTRÃO, B. ET AL. (Org.). Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento para Água Subterrânea no estado de Pernambuco. Recife: CPRH/PRODEEM. 2005.

BOEIRA, Jorge Luís Ferreira; FERNANDES, Amarildo da Cruz. **Os limites e as possibilidades da Gestão da Qualidade Total na Indústria Brasileira de Minério de Ferro**. UNICAMP - Doutorado em Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ.

BRASIL. Constituição Federal (1988). 8. ed., 2004.

BRUM, Irineu Antônio Schadach de. **Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração**. Escola Politécnica, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria.

CABRAL, Gabriela Monteiro. **A Exploração de Caulim no Cabo de Santo Agostinho**: Estudo dos Impactos Ambientais Negativos Gerados Durante o Processo de Mineração do Caulim no Município do Cabo de Santo Agostinho – PE. Pernambuco, 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente).

CAMARGO, S. A. F. de; SURGIK, A. C. S. **Aspectos Legais e Sua Influência nos Custos da Atividade Minerária de Bauxita**: o exemplo da Alcoa. Poços de Caldas. Minas Gerais. 2006.

CAMPOS, Edson Esteves, *et al.* - secretaria de geologia, mineração e transformação mineral/ministério de minas e energia - fundação centro tecnológico de minas gerais – CETEC.

CARMO, Frederico Augusto Rosa do, *et al.* **Otimização econômica de explorações a céu aberto**. Revista Escola de Minas - v.59 n.3 Ouro Preto, jul./set 2006.

CARVALHO, Eliana Garcia de. **Mineração, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável no Estado do Ceará**: Aspectos Legais, Econômicos e Sociais. Fortaleza, Fundação Edson Queiroz UNIFOR, 2004.

CARANASSIUS, Adriano; KOPPE, Jair Carlos. **Lavra de Minas**: tecnologia mineral.

CASSIANO, Andréia Márcia. **A Inserção da Gestão Ambiental na Empresa de Mineração**: O estudo de caso da Rio Paracatu S.A. Minas Gerais, 1996. Dissertação (Mestrado em Geociências).

CASTILHOS, Zuleica C.; SÁNCHEZ, Luis Enrique. **O Estado da Arte:** Mineração e Meio Ambiente.

CAETANO, Antônio Carlos. **Proposta de modelo de triagem para licenciamento ambiental para atividades minerárias de baixo impacto no Brasil.** Ministério de Minas e Energia Secretaria Executiva e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. PROJETO PNUD BRA / 01 / 039, JUNHO 2006.

CAMELO, Marta Sawaya Miranda. **Fechamento de mina:** Análise de casos selecionados sob os focos legal, ambiental e sócioeconômico Ouro Preto, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Barragens).

DALANHOL, André. **Responsabilidade Civil:** Reparação do Dano Moral Ambiental. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. Sumário Mineral 2007. <<http://www.dnpm.gov.br>>

ENRÍQUEZ & DRUMMOND. **Mineração e Desenvolvimento Sustentável:** Dimensões, Critérios e Propostas de Instrumentos. 2006.

FERNANDES, Francisco Rego Chaves, *et al.* **Grandes minas e comunidade:** algumas questões conceituais. 58p. Série Estudos e Documentos. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 2007:it.

GRANDAL, Wilmer José Vásquez; LIMA, Hernani Mota. **Aplicação do índice global de sustentabilidade na exploração de coquina na Península de Santa Elena.** Revista da Escola de Minas. Ouro Preto, jul/set. 2006.

HARTMAN, Howard L. **Introductory mining engineering.** 2. ed., 2002.

HERRMANN, Hildebrando. **Legislação mineiro-ambiental para aproveitamento de agregados:** Agregados para a construção civil no Brasil, contribuições para formulação de políticas públicas. 2006.

HENKELS, Carina. **A identificação de aspectos e impactos ambientais:** proposta de um método de aplicação. Santa Catarina, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Diagnostico da situação institucional dos OEMA's da Amazônia Legal**: Programa Nacional do Meio Ambiente. Brasília: IBAMA, 1990. 132p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem da população de 2007.
<www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=990&id_pagina=1>

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. 2006 - Mineração, sustentabilidade e responsabilidade social.
<http://www.ibram.org.br/003/00301009.asp?ttCD_CHAVE=28764>

LIMA, Maria Helena Rocha. **A indústria extrativa mineral**: algumas questões socioeconômicas da mineração. Brasil, 2007.

LYRA, Marília R.C.C., et. al. **Topossequência de solos fertigados com vinhaça**: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. Gestão e Controle Ambiental. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental vol.7 no.3 Campina Grande Sept./Dec. 2003.

KOPPE, Jair Carlos – Artigo. **A lavra e a indústria mineral no Brasil**: estado da arte e tendências tecnológicas. In: Fernandes, F.R.C.; Matos, G.M.M de; Castilhos, Z.C.; Luz, A.B.da. (Org.). Tendências Tecnológicas Brasil 2015 - Geociências e Tecnologia Mineral. 1 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007, v. 1, p. 81-102. 2005.

MACEDO, Alexandre José Buril de, *et al.* **Seleção do método de lavra**: arte e ciência. Revista Escola de Minas - vol.54 nº.3, Ouro Preto, 2001.

MEDEIROS, Edmar Bezerra de. **Um modelo de gestão integrada de qualidade, meio ambiente, segurança e saúde ocupacional para o desenvolvimento sustentável**: setor de mineração. Santa Catarina, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).

MILIOLI, Geraldo; McALLISTER, Mary Louise. **Sustentabilidade da Mineração**: oportunidades para Canadá e Brasil. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 2004.

MINEROPAR. **Mineração e Meio Ambiente:** Impactos Ambientais e Qualidade de Vida. 1991.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA; PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – PNMA II. **Apostila de Legislação Ambiental Sobre Licenciamento e Fiscalização**, SECTMA/CPRH (Org.) 2002.

MOLETTA, Idene Maria. **Área Degradada Pela Extração de Areia:** Um Estudo da Derivação da Paisagem no Bairro do Umbará. UFPA, 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia).

NUNES, Paulo Henrique Faria. **Mineração, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável:** Aspectos Jurídicos e Sócio-Econômicos.

OLIVEIRA, Karen Pires de. **Panorama do comportamento ambiental do setor empresarial no Brasil:** Divisão de Desenvolvimento Sustentável e Assentamentos Humanos. Serie medio ambiente y desarrollo, Santiago de Chile, 2005.

PEREZ, Benjamin Calvo. **As rochas e os minerais industriais como elemento de desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 2001. Série Rochas e Minerais Industriais; 3.

PINTO CHAVES, Arthur. **Aspectos do Fechamento de Minas no Brasil.** Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo.

PINTO, Uile Reginaldo. **Consolidação da Legislação Mineral e Ambiental.** 10. ed., atualizada até 1º.08.2006.

P. M. LOTT, CAMILLA, *et al.* **Reabilitação de Áreas e Fechamento de Minas:** CVRD. Revista Brasil Mineral, Edição Especial Mineração e Meio Ambiente nº. 228, págs. 26-31, 2004.

POLETTTO, Cleide. **A exploração de pedreiras na região metropolitana de São Paulo no contexto do planejamento e gestão do território** - São Paulo, 2006.

REIS, Renato Capucho; SOUSA, Wilson Trigueiro de. **Métodos de lavra de rochas ornamentais**. - Revista Escola de Minas - v.56 n.3 Ouro Preto jul./set. 2003.

SCLIAR, Cláudio. **Caderno de debate e sustentabilidade: agenda 21 e o setor mineral**. Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. 2007.

SACHEZ, **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Nobel, 1993.

SCHENINI, P. C, *et al.* **Mineração, legislação e meio ambiente**. In: SEMEAD Seminários em Administração, São Paulo-SP. Anais do VIII SEMEAD FEA-USP, 2005.

SENA, Augusto Marcos Carvalho de. Capital natural e desenvolvimento sustentável. Rev. Cent. Ciênc. Admin., Fortaleza, v. 9, n. 2, p. 215-219, dez. 2003.

SIRVINSKAS, Luis Paulo. **Legislação de Direito Ambiental**. Editora Rideel. 2006.

STAMM, Hugo Roger. **Método Para Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) Em Projetos de Grande Porte: Estudo de Caso de Uma Usina Termelétrica**. Santa Catarina, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial).

SÉRIE ESTUDOS E PESQUISAS. **Indicadores de sustentabilidade ambiental/superintendência de estudos econômicos e sociais da Bahia** - e Universidade Federal da Bahia. – Salvador: SEI, 2006.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Ipojuca, estado de Pernambuco** Mascarenhas, João de Castro, Beltrão, Breno Augusto, Souza Junior, Luiz.

SILVA, Fernanda Arruda Nogueira Gomes. **Estudos de Caracterização Tecnológica e Beneficiamento do Caulim da Região Borborema-Seridó (RN)**. Rio de Janeiro, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais).

TEIXEIRA, NILO DA SILVA, *et al.* **Indicadores sociais de uma grande mina de ouro e a comunidade local.** – Centro de Tecnologia Mineral BRASIL MINERAL - nº 265 - AGOSTO de 2007.

VILLAS BOAS, Roberto Cerrini; BARRETO, Maria Laura. **Em Águas Claras e Capão Xavier Dois Exemplos Pioneiros.** Revista Brasil Mineral, Edição Especial Mineração e Meio Ambiente. nº. 217, págs. 16-21.

VILLAS BOAS, Roberto Cerrini; BEINHOFF, Christian. **Indicadores de Sostenibilidad.** Editora Global Environment Facility. CNPq/CYTED. Rio de Janeiro, 2002.

VICENTE, Rocha Silva. **Análise Sócio-ambiental da Bacia do Rio Biguaçu-Sc:** Subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. São Paulo 2007.

VIDAL, Mariângela. **Revegetação de Área de Caulim na Zona da Mata, em Minas Gerais:** um estudo de caso. Viçosa, 2001. (Tese em Ciência Florestal).

VIANA, Maurício Boratto. **Política e Gestão Ambiental da Atividade Minerária e Sustentabilidade.** - Consultoria Legislativa - Fevereiro, 2007.

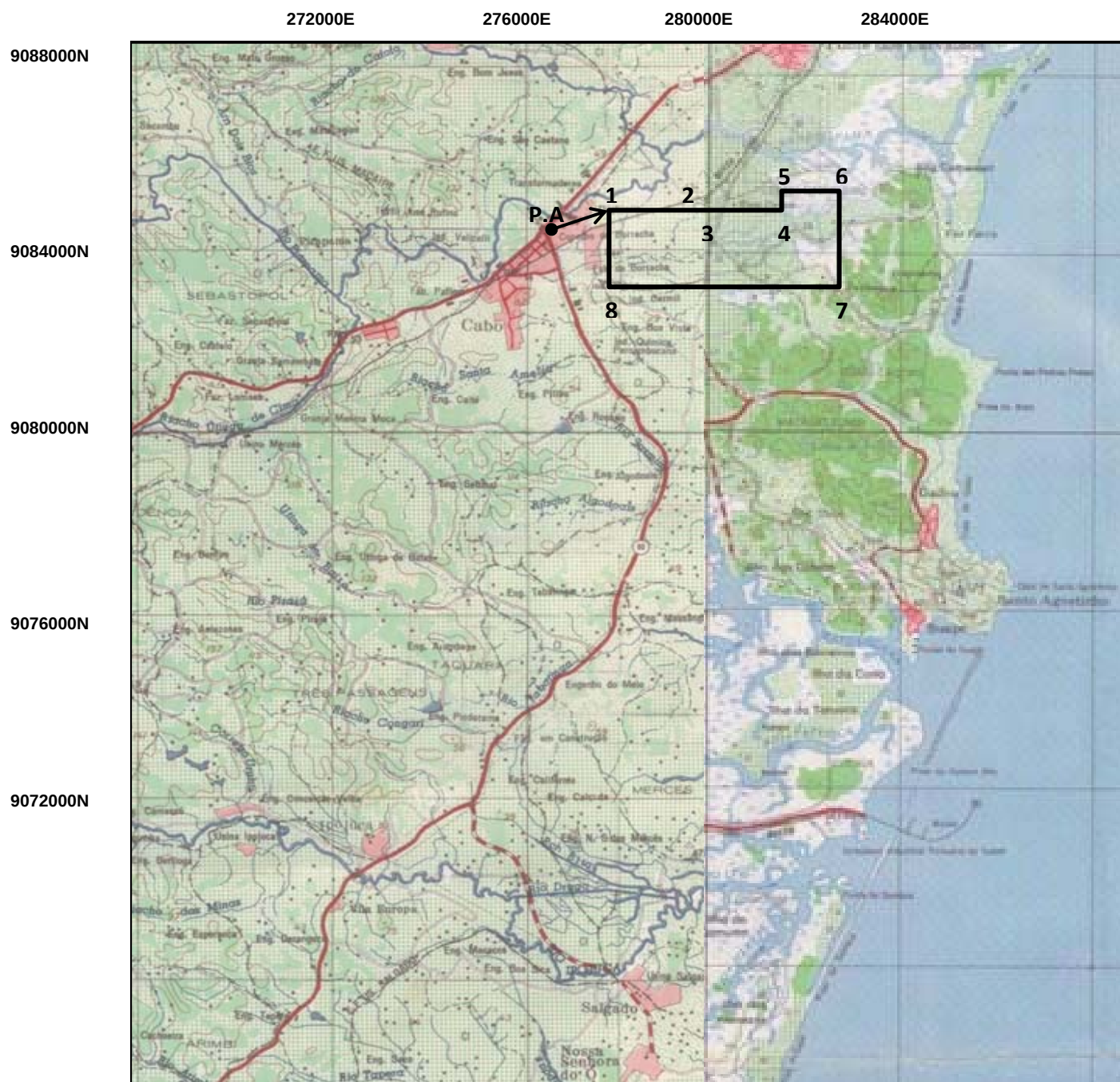
<<http://www.cnpma.embrapa.br/unidade/index.php3?id=229&func=pesq>>

<<http://issuu.com/tribunapopular/docs/especialipojuca/3>, visitado dia 18/04/08>

<<http://www.ipojuca.pe.gov.br>>

ANEXOS

ANEXO Nº 01: Planta de Situação da Área ((DNPM Processo nº 840049/2002).

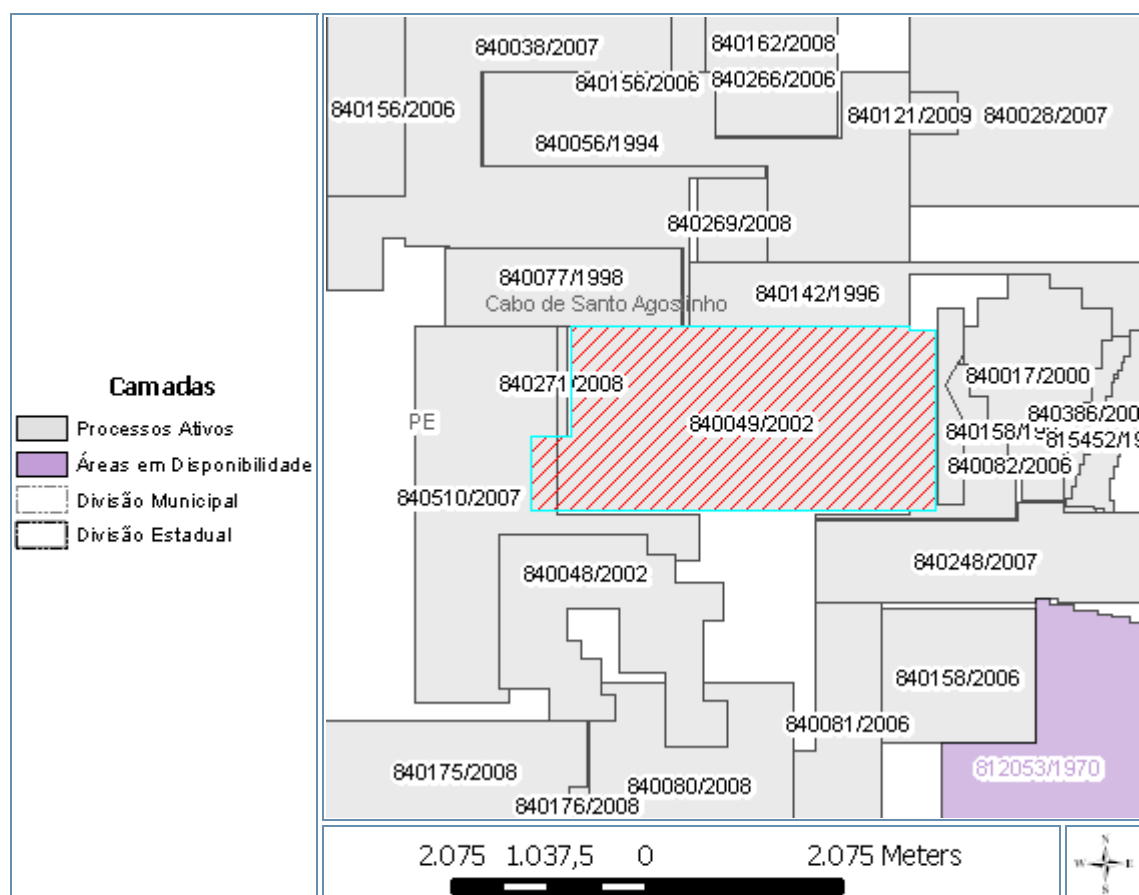


DADOS DA PLANTA DE SITUAÇÃO

Folhas: Vitória de Santo Antão/Recife **Referência Cartográfica:** SC.25-V-A-II/SC.25-V-A-III
1.100.000 **Executor:** SUDENE; **Ano:** 1986

Escala:

ANEXO Nº 2: Representação Gráfica e Poligonal que envolve o Processo 840049/2002



Área (ha):	790,34		
Latitude do ponto de amarração:	-08°16'42"400	Longitude do ponto de amarração:	- 35°01'49"200
Descrição do ponto de amarração:	ENTRONCAMENTO DA PE-60 COM A BR-101	Comprimento do vetor de amarração (m):	2.449,00
Ângulo do vetor de amarração:	73°39'59"999	Rumo do vetor de amarração:	NE

VÉRTICES	
Latitude	Longitude
-08°16'19"980	-35°00'32"404
-08°16'19"979	-34°59'52"110
-08°16'20"035	-34°59'52"110
-08°16'20"030	-34°58'35"711
-08°16'21"580	-34°58'35"711
-08°16'21"579	-34°58'26"597
-08°17'24"011	-34°58'26"592
-08°17'24"016	-35°00'46"717
-08°16'58"226	-35°00'46"717
-08°16'58"227	-35°00'32"404
-08°16'19"980	-35°00'32"404