



UNILASALLE
CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE



ESDRAS PEREIRA DE SOUZA FILHO

**ESTUDO DO CENÁRIO SOCIOAMBIENTAL DE ATIVIDADE DE MINERAÇÃO A
PARTIR DE INFORMAÇÕES PÚBLICAS. ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE
BANDEIRANTES DO TOCANTINS- TO**

Canoas/RS
2015

ESDRAS PEREIRA DE SOUZA FILHO

**ESTUDO DO CENÁRIO SOCIOAMBIENTAL DE ATIVIDADE DE MINERAÇÃO A
PARTIR DE INFORMAÇÕES PÚBLICAS. ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE
BANDEIRANTES DO TOCANTINS- TO**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais, do programa de pós-graduação em Avaliação de Impactos Ambientais da Centro Universitário La Salle- Unilasalle.

Orientador:
Prof. Dr. Rubens Muller Kautzmann.

Canoas/RS
2015

ESDRAS PEREIRA DE SOUZA FILHO

ESTUDO DO CENÁRIO SOCIOAMBIENTAL DE ATIVIDADE DE MINERAÇÃO A PARTIR DE INFORMAÇÕES PÚBLICAS. ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE BANDEIRANTES DO TOCANTINS- TO

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais do Centro Universitário La Salle- Unilasalle, sob apreciação da seguinte Banca Examinadora:

Aprovado em 12 de agosto de 2015

Prof.^a Dr.^a. Gelsa Edith Navarro Hidalgo (UFRGS)

Prof. Dr. Carlos Otavio Petter (UFRGS)

Prof. Dr. Diosnel Antonio Rodriguez López (UNISC)

Prof. Dr. Rubens Müller Kautzmann (Unilasalle Canoas)

A todos aqueles que são fiéis aos seus objetivos e convicções, que buscam o conhecimento em prol do bem-estar comum e de um mundo melhor.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Esdras e M^a Rosa, e minha esposa Joyce, pela paciência e apoio ao longo deste curso.

Aos professores Rubens, Luís Felipe, Silvio e Gelsa, pela confiança depositada, orientação e paciência que me dedicaram à concretização deste trabalho.

A meus amigos Felipe, Adilson, César, Juarez, e a amiga Claudete.

Aos meus colegas de mestrado, pelo apoio e cooperação, durante toda esta jornada.

Aos professores do curso de mestrado pelo aprendizado adquirido ao longo do curso.

Ao Ruraltins pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

"Mais importante que viver uma grande aventura ou enfrentar um grande desafio, é dar o primeiro passo! Não importa quantas aventuras ou desafios virão, o primeiro passo, por pequeno que seja, é que definirá todo um futuro. E este futuro é limitado apenas pelas barreiras que você impõe a si mesmo." (Esdras Filho)

RESUMO

O Estado do Tocantins é uma das regiões de maior desenvolvimento do país. A localização estratégica, bem como a implantação de infraestruturas de transporte, como a rodovia norte-sul, e a consolidação do estado como uma nova fronteira agrícola, tem atraído investimentos dos diversos segmentos da economia brasileira, o que tem implicado no aumento da demanda em serviços e insumos utilizados principalmente nos setores agropecuário, extrativismo mineral e construção civil. Dentre estes, a extração mineral se destaca como um dos setores que mais cresceu no Estado, fornecendo substâncias minerais industriais (calcário industrial e agrícola, gipsita, rocha fosfática e quartzo), tanto para o Estado do Tocantins, como para o Brasil. Esse crescimento econômico tem implicado na abertura de novas lavras, para suprir estas demandas, afetando o ambiente natural e social, promovendo desde alterações geomorfológicas a novos cenários sociais. A instalação destes empreendimentos culmina na monopolização da economia local, conseqüentemente, migração de mão de obra de setores produtivos primários, bem como implicações na qualidade ambiental. Este é o caso de Bandeirantes do Tocantins– TO, grande produtor de calcário. O estudo das interações dos impactos ambientais, em escala municipal é necessário para potencializar benefícios e minorar impactos. A pesquisa compreendeu três etapas: 1) O estudo de parâmetros macroeconômicos para conhecer a dimensão e importância da mineração no município estudado e este em nível nacional. 2) A identificação de impactos no ambiente natural através da observação e coleta de materiais minerais, de solo e água na área de influência direta da mineração. 3) Análises de dados econômicos e gerenciais do Município e entrevistas com seus gestores públicos e sociais. O estudo revelou que há um considerável grau de dependência socioeconômica do município em relação a mineração, e que os impactos socioambientais da mineração do município de Bandeirantes do Tocantins, vão muito além das fronteiras do município, e tendem a interferências externas, sobretudo de caráter socioeconômico, necessitando de uma melhor intervenção quanto aos aspectos ambientais, e promoção de medidas que propiciem a manutenção da qualidade ambiental e saúde humana.

Palavras-chave: Avaliação. Mineração. Impactos Ambientais. Economia. Produção. Meio Ambiente. Qualidade Ambiental.

ABSTRACT

The State of Tocantins is one of the regions of greater development of the country. The strategic location, as well as the deployment of transport infrastructures, such as the North-South highway, and the consolidation of the State as a new agricultural frontier, has attracted investments of several segments of the Brazilian economy, which has implicated in the increasing demand for services and supplies used mainly in agriculture, mineral extraction and construction. Among these, the mineral extraction stands out as one of the sectors that most grew up in the State, providing minerals industrial (industrial and agricultural limestone, gypsum, bone meal and quartz), for both the State of Tocantins, Brazil. This economic growth has involved in opening new mines to meet these demands, affecting the natural and social environment, promoting the new social scenarios geomorphological changes. The installation of these ventures culminates in the local economy monopolization, consequently, labor migration of primary producers, as well as implications for environmental quality. This is the case of Bandeirantes do Tocantins-TO, great producer of limestone. The study of the interactions of environmental impacts, municipal-scale is necessary to enhance benefits and mitigate impacts. The research comprised three stages: 1) the study of macroeconomic parameters to meet the size and importance of mining in the municipality studied and this at the national level. 2) The identification of impacts on the natural environment through observation and mineral materials, soil and water in the area of direct influence of mining. 3) Analyses of economic and managerial data and interviews with their public and social managers. The study revealed that there is a considerable degree of economic dependence of the municipality in relation to mining, and the environmental impacts of mining in the municipality of Bandeirantes do Tocantins, go far beyond the borders of the municipality, and tend to external interference, especially socio-economic character, requiring a better intervention about the environmental aspects, and promoting measures which allow the maintenance of environmental quality and human health.

Keywords: Evaluation. Mining. Environmental Impacts. Economy. Production. Environment. Environmental Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Saldo da balança comercial brasileira.....	18
Figura 2 – PIB do setor mineral brasileiro.	18
Figura 3 – Participação do setor mineral no PIB brasileiro (%).	19
Figura 4 – Percentual da produção mineral brasileira por região em 2014, de acordo com a arrecadação da Cfem – Compensação financeira pela exploração de recursos minerais.....	19
Figura 5 – Mapa de localização da área de estudo.....	22
Figura 6 – Produção do setor mineral brasileiro.....	33
Figura 7 – Estimativas de investimento no setor mineral brasileiro.....	33
Figura 8 – Total Arrecadado com a Cfem (período de 2004 a 2014)	34
Figura 9 - Lavra de calcário a céu aberto (mina Corgão, Bandeirantes do Tocantins- TO)	40
Figura 10 - Vista da área de beneficiamento do calcário (mina Corgão, Bandeirantes do Tocantins- TO)	42
Figura 11 - Sistema de britagem de calcário na mina Corgão (Caltins Ltda.) em Bandeirantes do Tocantins.....	43
Figura 12 – Vista da planta da mina Corgão (Caltins Ltda.).....	55
Figura 13 – Voçoroca instalada na pilha de rejeitos.....	56
Figura 14 – Argila escura encontra na pilha de rejeitos	57
Figura 15 – Disposição da argila escura na pilha de rejeitos	57
Figura 16 - Vista do interior da área de cava da Caltins (período chuvoso).....	58
Figura 17 – Vista aérea de exploração (cava de lavra), e áreas de deposição de material estéril e rejeitos da mina Corgão (Caltins Ltda.).....	59
Figura 18 – Gráfico de uso do solo do município de Bandeirantes do Tocantins- TO.	63
Figura 19- Quadro de classificação das minas segundo Run Of Mine- ROM	67
Figura 20- Quadro de colocação da mina Corgão no Ranking entre as 200 maiores minas brasileiras, quanto a produção anual (ano base 2010 a 2013).	68
Figura 21- Quadro de colocação da mina Corgão no Ranking entre as 200 maiores minas brasileiras, quanto a produção de calcário (ano base 2010 a 2013).	69
Figura 22- Quadro de colocação da mina Corgão no Ranking das 200 maiores minas	

brasileiras, quanto ao total de investimentos realizados (ano base 2010 a 2013).	69
Figura 23 – Evolução dos componentes do IDH (1991-2010) de Bandeirantes do Tocantins - TO.....	70
Figura 24 – População residente (2010) de Bandeirantes do Tocantins - TO.....	71
Figura 25 – Evolução do PIB do município de Bandeirantes do Tocantins, no período de 2000 a 2012.	71
Figura 26 – Participação dos setores da economia de Bandeirantes do Tocantins no PIB municipal (%).....	72
Figura 27 – Evolução do Valor Adicionado Bruto- VAB por atividade econômica no PIB municipal de Bandeirantes do Tocantins (em R\$ 1.000,00)	73
Figura 28– Evolução do Índice de Participação do Município - IPM, de Bandeirantes do Tocantins (em reais).....	74
Figura 29– Curva do valor recebido (recolhimento de Cfem)	78
Figura 30- Quadro de mão de obra empregada na Caltins Ltda.	79
Figura 31- Área do entorno da mina Corgão (Caltins Ltda.).....	81
Figura 32- Área do entorno da mina Corgão (Caltins Ltda.).....	82
Figura 33- Estrutura instalada entre a área de cava e o Rio Jenipapo (Caltins Ltda.)	83
Figura 34- Ocorrências observadas na área da cava da mina Corgão (Caltins Ltda.)	84
Figura 35- Uso das proximidades da área de cava da mina Corgão (Caltins Ltda.) .	85
Figura 36- Sentido de fluxo do Rio Jenipapo (Caltins Ltda.)	86
Figura 37– Predominância dos ventos na região da mina Corgão, Bandeirantes do Tocantins- TO.....	87
Figura 38 - Vista do perfil do solo no interior da área de lavra (cava).	88
Figura 39 – Divisão da área de cava da mina Corgão.	88
Figura 40 – Divisão da área de cava da mina Corgão.	89
Figura 41 – Entrada de material na linha de beneficiamento (linha 1).	90
Figura 42 – Entrada de material na linha de beneficiamento (linha 1).	91
Figura 43 – Linha de beneficiamento da mina Corgão (linha 1).....	91
Figura 44 – Deposição da poeira produzida na Caltins.....	93
Figura 45 – Propagação da poeira produzida na Caltins.	93
Figura 46 – Deposição da poeira produzida na Caltins.....	94

Figura 47 – Material particulado em suspensão produzido durante o processo de transporte do calcário beneficiado.....	95
Figura 48 – Funcionário efetuando a limpeza da esteira de transporte do calcário beneficiado à área de carregamento.....	96
Figura 49 – Área de armazenagem e transporte do calcário beneficiado.	97
Figura 50 – Inspeção do processo de carregamento do calcário beneficiado.....	97
Figura 51 – Área de carregamento do calcário beneficiado.	98
Figura 52 – Área de carregamento automatizado do calcário beneficiado.....	98
Figura 53 – Vista aérea do distrito de Brasilene.....	100
Figura 54– Placa indicativa instalada as margens da BR-153 (Tocantins).	100
Figura 55– Vista da aérea da área urbana de Bandeirantes do Tocantins- TO.	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo anual e índice de reciclagem/recirculação de água para diferentes tipologias minerais	47
Tabela 2 – Produção mineral no Estado do Tocantins (ano base 2010 e 2011)	65
Tabela 3 – Evolução da Compensação financeira pela exploração de recursos minerais (Cfem), no Estado do Tocantins	66
Tabela 4 – Índice de Participação do Município - IPM de Bandeirantes do Tocantins (em reais)	76
Tabela 5 – Valor referente à Cfem recolhida pela Caltins Ltda	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA:	Avaliação de Impacto Ambiental
Caltins Ltda:	Calcário Tocantins Ltda.
Cfem:	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CONAMA:	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DAM:	Drenagem Ácida de Mina
DIPAR:	Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios
DNAM:	Drenagem Neutra ou Alcalina de Mina
DNPM:	Departamento Nacional de Produção Mineral
DNPM:	Departamento Mineral de Produção Mineral
DNPM/TO:	Departamento Nacional de Produção Mineral/ Superintendência do Estado do Tocantins
FIETO:	Federação das Indústrias do Estado do Tocantins
FNDCT:	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
HPGR:	High Pressure Grinding Rolls
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM:	Instituto Brasileiro de Mineração
IDH:	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM:	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IPM:	Índice de Participação do Município
IUM:	Imposto Único sobre Minerais
LAPROM:	Laboratório de Procedimento Mineral
MCT:	Ministério de Ciência e Tecnologia
MME:	Ministério de Minas e Energia
MS:	Ministério da Saúde
NATURATINS:	Instituto Natureza do Tocantins
ONGs:	Organizações Não Governamentais
PA:	Projeto Ambiental
PAFEM:	Plano Ambiental de Fechamento de Minas
PIB:	Produto Interno Bruto
PN:	Poder de Neutralização
PNUD:	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRAD:	Plano de Recuperação de Área Degradada
PRNT:	Poder Relativo de Neutralização Total
RALs:	Relatórios Anuais de Lavra
RE:	Reatividade dada pela granulometria do calcário
ROM:	Run Of Mine (Produção Bruta do Minério)
SEFAZ/TO:	Secretaria da Fazenda do Estado do Tocantins
SEPLAN/TO:	Secretaria de Planejamento do Estado do Tocantins
SIGMINE:	Sistema de Informações Geográficas da Mineração
TCU:	Tribunal de Contas da União
UGRS:	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VB:	Valor Adicionado Bruto
VSI:	Vertical Shaft Impactors

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 Impactos cumulativos	23
2.2 Mineração e meio ambiente	25
2.3 Aspectos socioambientais da mineração	26
2.3.1 <i>Governança ambiental</i>	28
2.3.2 <i>Cenários socioambientais</i>	29
2.3.3 <i>Responsabilidade social</i>	31
2.3.4 Recursos minerais e economia	32
2.3.5 <i>Fechamento de mina</i>	37
2.4 A mineração do calcário	38
2.4.1 <i>Lavra e beneficiamento</i>	39
2.4.2 Uso do calcário na agricultura	43
2.4.3 Impactos ambientais da mineração de calcário	44
2.4.3.1 Geração de poeira	44
2.4.3.2 Remoção da vegetação	45
2.4.3.3 Rejeitos	45
2.4.3.4 Emissão de dióxido de carbono	45
2.4.3.5 Impacto aos Recursos Hídricos	46
2.4.3.6 Ondas de choque	47
2.4.3.7 Consumo energético	48
2.4.3.8 Mitigação de impactos ambientais	48
2.5 A gestão pública da mineração	49
2.5.1 Regramento ambiental da mineração	49
2.5.2 Avaliação de impactos ambientais	50
3 METODOLOGIA	52

3.1 Levantamento de dados secundários	52
3.1.1 Dados da atividade de mineração	52
3.1.2 Índices socioeconômicos.....	52
3.1.3 Levantamento de recursos e ambientes naturais.....	53
3.2 Levantamento de campo e coleta de amostras	53
3.2.1 Amostragem de resíduos	58
3.2.2 Preparação de amostras	60
3.2.2.1 Análise química	60
3.3 Aplicação de questionário/entrevista	60
3.4 Dificuldades da pesquisa	61
4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	62
4.1 A economia da mineração no estado do Tocantins	63
4.2 A mineração de calcário em bandeirantes do Tocantins	66
4.3 Caracterização socioeconômica de Bandeirantes do Tocantins	69
4.3.1 O índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Bandeirantes do Tocantins ..	70
4.3.2 O Produto Interno Bruto (PIB) e Valor Adicionado Bruto (VAB) de Bandeirantes do Tocantins	71
4.3.3 A Compensação Financeira pela Extração Mineral (Cfem) de Bandeirantes do Tocantins	77
4.3.4 Mão-de-obra empregada.....	79
4.4 Componente natural e a mineração em Bandeirantes do Tocantins	80
4.4.1 O Sistema natural de Bandeirantes do Tocantins	80
4.4.2.1 Geração de poeira.....	89
4.4.2.2 Trafego de veículos pesados	99
4.4.2.3 Resíduos e efluentes decorrentes do processo produtivo.....	102
4.4.2.3.1 Disposição de rejeitos	102
4.4.2.3.2 Efluentes líquidos	104
4.4.2.1 O Licenciamento Ambiental.....	105

4.4.3 Coexistência socioambiental da mineração e do município de Bandeirantes do Tocantins	106
5 CONCLUSÃO	108
REFERÊNCIAS	110
ANEXO A- Formulário de pesquisa	122
ANEXO B – Resultado da análise da amostra de argila escura	126
ANEXO C – Mapa de ocorrência de calcário no Estado do Tocantins	127
ANEXO D – Mapa de situação dos processos minerários de Bandeirantes do Tocantins	128
ANEXO E – Mapa de geodomínios do município de Bandeirante do Tocantins	129
ANEXO F - Mapa de uso do solo do município de Bandeirante do Tocantins..	130
ANEXO G - Mapa de declividade do relevo do município de Bandeirante do Tocantins	131
ANEXO H - Mapa das alturas do município de Bandeirante do Tocantins.....	132
ANEXO I - Mapa de uso do solo do município de Bandeirante do Tocantins..	133
ANEXO J - Mapa de erodibilidade potencial do solo do município de Bandeirante do Tocantins	134
ANEXO K – Carta geológica	135

1 INTRODUÇÃO

A mineração tem uma relação histórica com a humanidade, sendo uma das atividades primordiais ao desenvolvimento das civilizações. O uso dos recursos minerais pelo homem remonta da idade da pedra lascada, na confecção de armas, ferramentas e adornos. Com o decorrer do tempo, mediante a necessidade humana, os meios de extração e utilização dos recursos minerais foram se modificando e evoluindo.

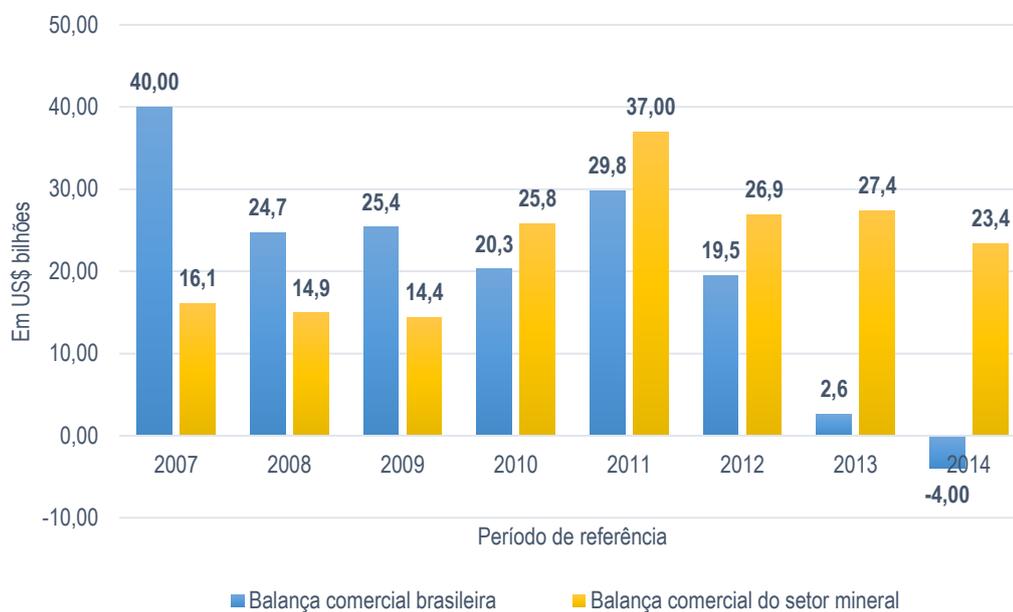
Há tempos a extração mineral configura-se como um grande aporte ao desenvolvimento social e econômico. Atualmente, o consumo de bens minerais está presente em praticamente todos os setores da indústria moderna, desde a produção de insumos à agricultura a indústria aeroespacial, ao fornecimento de matéria-prima à confecção de sistemas na indústria de eletroeletrônicos, a produção de cosméticos, a indústria farmacêutica, e etc.

O atual estágio da mineração na sociedade moderna se dá através de vários métodos de exploração e extração mineral, e conseqüentemente, acarretado os mais diversos impactos ao meio ambiente e populações.

O rápido crescimento da população, em conjunto com o aumento da capacidade de extração de recursos naturais em todo o mundo, tem mantido a preocupação em conhecer os problemas ambientais acarretados pela mineração e prover o controle da poluição. Estudos científicos e de engenharia são essenciais para avaliar os impactos ambientais e desenvolver meios para reduzi-los ou controlá-los (MONJEZI et al., on-line, 2008).

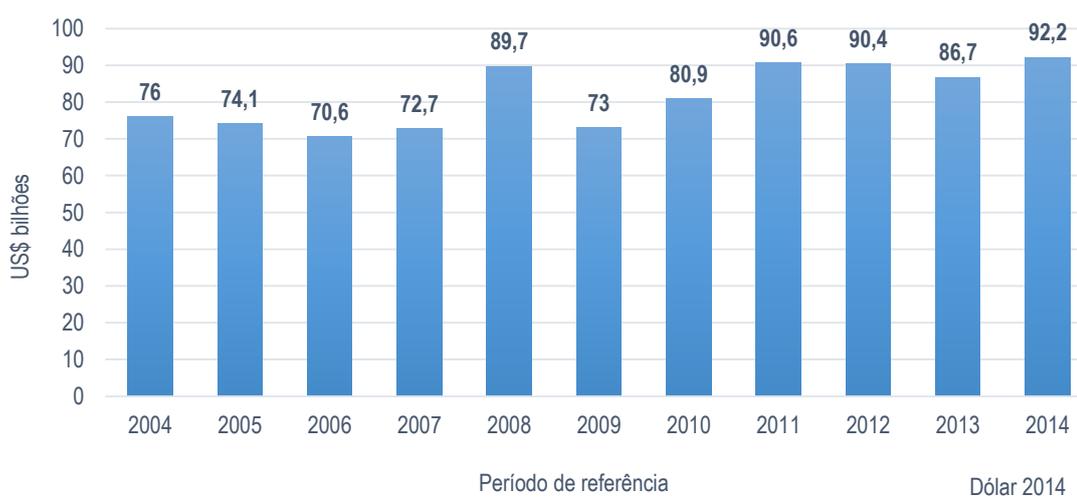
Nas últimas décadas o setor mineral brasileiro tem sido um importante contribuinte ao saldo positivo da balança comercial brasileira, sendo destino de investimentos estrangeiros, desenvolvimento tecnológico, e tido como percussor do desenvolvimento econômico e social nas regiões onde ocorra. As figuras a seguir (Figuras 1, 2, 3 e 4) apresentam dados do setor mineral brasileiro, a sua importância na balança comercial, participação no PIB, e produção mineral brasileira por região.

Figura 1 – Saldo da balança comercial brasileira.



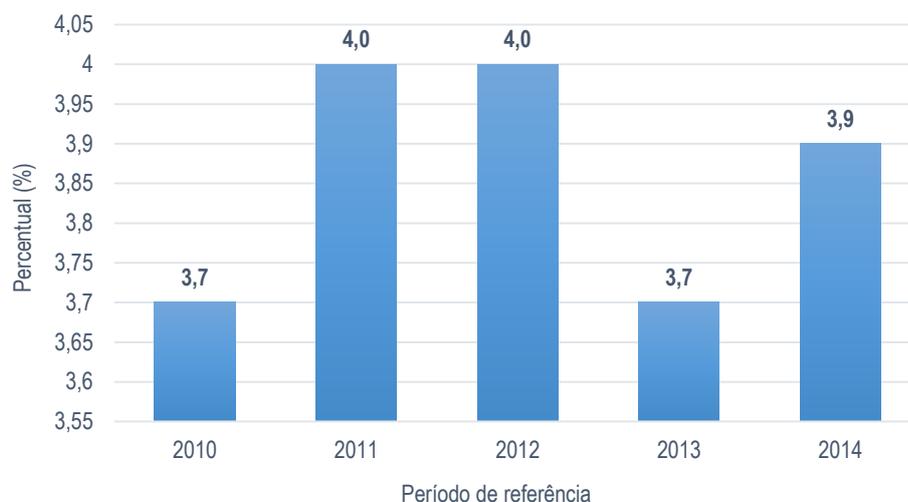
Fonte: BRASIL, 2015a.

Figura 2 – PIB do setor mineral brasileiro.



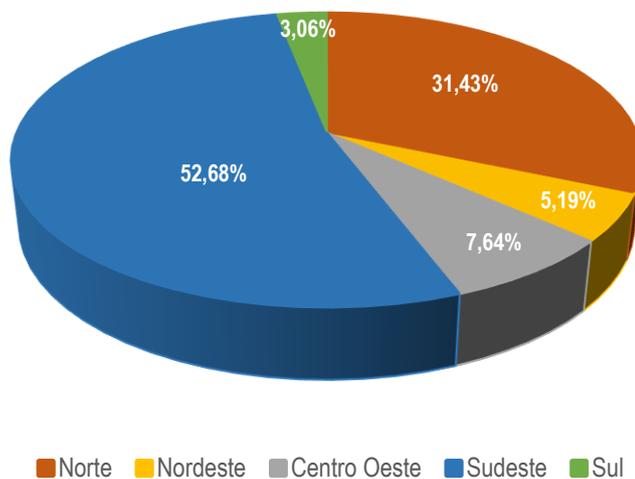
Fonte: BRASIL, 2015a.

Figura 3 – Participação do setor mineral no PIB brasileiro (%).



Fonte: BRASIL, 2015a

Figura 4 – Percentual da produção mineral brasileira por região em 2014, de acordo com a arrecadação da Cfm – Compensação financeira pela exploração de recursos minerais.



Fonte: BRASIL, 2015b.

Historicamente estabelecida na região sudeste do Brasil, em particular no Estado de Minas Gerais, a indústria minerária brasileira tem se disseminado ao longo de todo o território nacional, encontrando-se atualmente em ampla expansão na região da Amazônia Legal. A região abriga um dos maiores polos minerários do mundo, como também uma grande potencialidade em recursos minerais. Inserido

neste contexto, o Estado do Tocantins tem despontado como uma nova fronteira, com um crescimento significativo do setor mineral.

A localização estratégica, bem como a implantação de infraestruturas de transporte, como a rodovia norte-sul, sua matriz energética, e a consolidação do estado como uma nova fronteira agrícola, tem atraído investimentos dos mais diversos segmentos da economia brasileira e estrangeira, o que tem implicado no aumento da demanda em serviços e insumos, utilizados principalmente nos setores agropecuário, extrativismo mineral e construção civil.

A extração mineral tem se destacado como um dos setores que mais cresceu no Estado, fornecendo substâncias minerais industriais (calcário industrial e agrícola, gipsita, rocha fosfática e quartzo), tanto ao Estado do Tocantins, como ao Sul do Maranhão, Sul do Piauí, Sul do Pará e Mato Grosso, substâncias minerais para a construção civil e indústrias siderúrgicas (Sul do Pará e Sul do Maranhão), e substâncias minerais metalíferas (minério de manganês, ouro e minério de ferro, e gemas (rocha com granada). Esse crescimento tem acarretado a abertura de novas lavras, para suprimento da demanda do mercado, afetando o meio ambiente natural, seja ele físico ou biótico, promovendo alterações geomorfológicas, favorecendo em instância final, a inúmeras alterações ao meio ambiente.

Estudos das interações dos impactos ambientais decorrentes da mineração, nos territórios onde ocorra, se fazem necessários, uma vez que culmina na monopolização da economia local, conseqüentemente, migração de mão de obra de setores produtivos primários, como agricultura e pecuária, bem como implicações na qualidade ambiental, quanto nos aspectos socioeconômicos locais e regionais.

O presente trabalho tem por finalidade avaliar os impactos ambientais resultantes da atividade minerária, mais especificamente, a mineração de calcário no município de Bandeirantes do Tocantins, região nordeste do Estado do Tocantins (Figura 5), e investigar como esta atividade tem afetado os aspectos socioeconômicos do município e região, e as conseqüências das atividades deste setor ao meio ambiente. Em Bandeirantes do Tocantins a mineração se concentra na mina Corgão, de propriedade da Caltins Ltda.- Calcário Tocantins Ltda., pertencente ao grupo J.Demito.

A pesquisa tem como objetivo utilizar dados secundários, disponíveis nos vários níveis e segmentos de governo e das empresas, para estabelecer um cenário do contexto socioambiental, sob a influência da atividade de mineração, estudando o

caso em Bandeirantes do Tocantins - TO. A pesquisa se deu nas seguintes etapas: 1) Estabelecimento do cenário socioambiental através de indicadores econômicos e geográficos. 2) Identificação de impactos no ambiente natural através da observação e coleta de materiais minerais, de solo e água na área de influência direta da mineração. 3) Consolidação da análise de dados econômicos e gerenciais do Município incluindo entrevistas com seus gestores públicos e sociais.

Entender o contexto econômico, social e ambiental e sobretudo estimar como a mineração impacta seus municípios permite estabelecer cenário que contribuam ao gerenciamento e desenvolvimento regional. A importância do segmento minerário à economia do País, e pelo crescente desenvolvimento da indústria da mineração no Estado do Tocantins na última década, é urgente apoiar esta atividade e sua sustentabilidade.

Figura 5 – Mapa de localização da área de estudo

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Um número cada vez mais crescente de pessoas tem percebido a importância de estudos sobre populações, recursos, meio ambiente e desastres. Tal percepção tem acarretado inúmeras investigações sobre os impactos ambientais, e suas consequências ao meio ambiente e a sociedade moderna (JIANJUN et al., 2012). Desta forma, vários estudos têm sido realizados sobre os efeitos devastadores da mineração ao meio ambiente, e as formas de avaliá-los.

Diversos pesquisadores têm estudado e desenvolvido métodos para melhor compreensão da dinâmica destes impactos e como remediá-los ou mitigá-los (SMIT; SPALING, 1995). Estes métodos têm se utilizado dos mais variados campos das ciências, sejam das ciências exatas, biológicas, ambientais ou socioeconômicas. Como exemplo, dos métodos investigativos utilizados, pode-se citar a abordagem termodinâmica da entropia dos sistemas ambientais, aos processos tradicionais de organização e análises de dados. Este último utilizado para identificar elementos incomuns e inesperados nas concentrações de resíduos de mineração, baseando seu processo de avaliação ambiental, na identificação dos níveis de exposição de elementos que são considerados seguros, bem como, aqueles conhecidos como sendo perigosos ao meio ambiente (MONJEZI et al., on-line, 2008).

Sendo a abordagem de gestão de grande amplitude disciplinar a seguir serão pontuadas as temáticas ambientais relacionadas ao contexto socioambiental da atividade de mineração.

2.1 Impactos cumulativos

Para Franks, Brereton e Moran (2013), impactos cumulativos são os impactos sucessivos, incrementais e combinados (positivos e negativos) de uma ou mais atividades na sociedade, na economia e no meio ambiente.

Os impactos cumulativos são resultado da agregação e interação de impactos pontuais sobre um receptor: entidade ou aspecto ambiental (SADLER, 1996). A abordagem acumulativa de impactos deve considerar atividades do passado, presente ou futuro (PAVLICKOVA: VYSKUPOVA, 2015).

Assim, conforme Sadler (1996); Franks, Brereton e Moran (2010), impactos cumulativos podem resultar da agregação (ao longo do tempo ou espaço) e interação

entre impactos de uma única atividade, ou como o resultado de múltiplas atividades, e na maioria das vezes envolvendo múltiplos atores. Exemplo de impacto cumulativo é aquele gerado a partir da acumulação de contaminantes ao longo do tempo, pela contribuição de diferentes atividades de um empreendimento, como é o caso da mineração, onde concorrem para a contaminação poeiras e drenagens resultantes da lavra e emissões, efluentes e rejeitos gerados no beneficiamento, além dos impactos gerados no povoamento mineiro. Neste caso a combinação destes impactos pode dificultar sua gestão e descontaminação, ou prover possibilidades de atenuação.

Todos os impactos vêm em pequenas partes, pouco a pouco, e pode acumular-se para mudar um ambiente. O contra-argumento, a esta forma de conceituar os impactos, é como determinar os impactos relevantes a serem elegidos ao estudo do efeito cumulativo. Se todos os impactos são cumulativos, pode ser difícil, aos proponentes do projeto e as agências reguladoras, ter clareza sobre os requisitos e responsabilidades. Uma resposta a este desafio é limitar os impactos cumulativos a situações em que o efeito os tornem relevantes ou que leve a um impacto adicional como resultado da acumulação (FRANKS; BRERETON; MORAN, 2008).

Mas como identificar os impactos diversos que resultam em um impacto cumulativo, que seja significativo ao estudo? Franks, Brereton e Moran (2013), propõe algumas questões para esta identificação: Há uma mudança na tolerância de um sistema para um impacto em função do outro? Existem outros impactos produzidos? Estes questionamentos exigem uma mudança sutil na análise, onde o impacto por si só já não é o único foco de análise, e em vez disso, é o impacto à luz do seu efeito sobre a entidade receptora.

A concepção de impactos cumulativos implica na avaliação dos impactos de uma ação ou empreendimento, analisados quanto à contribuição ou acumulação aos impactos resultantes da presença de outros projetos ou atividades, seja de dois ou mais atores diferentes (SMIT; SPALING, 1995). Os impactos cumulativos devem ser estudados sob quatro diferentes perspectivas, ou análise de unidades: (1) o ator, (2) a ação, (3) o impacto e/ou (4) a entidade receptora do impacto (FRANKS; BRERETON; MORAN, 2013).

Entende-se que o estudo dos impactos ambientais da atividade de mineração, que tenham foco no contexto socioeconômico, necessita ser realizado observando seu caráter de impacto cumulativo (FRANKS; BRERETON; MORAN, 2010). Neste contexto o impacto socioambiental é resultado da condução política local ou regional,

da regulação e gestão de empreendimentos, e também da manifestação civil e individual, que se agregam e interagem com os impactos inerentes da atividade (ARCE-GOMEZ; DONOVAN; BEDGGOOD, 2015).

2.2 Mineração e meio ambiente

O meio ambiente, em sua concepção macro é um sistema complexo e dinâmico, onde ocorre a interação de processos geológicos e biológicos (JIANJUN et al., 2012).

O impacto da indústria da mineração sobre o meio ambiente vem sendo uma preocupação constante dos gestores públicos e das próprias mineradoras. Esta atividade tem como peculiaridade que os minerais só podem ser extraídos de onde ocorram. Invariavelmente, as atividades de mineração têm se localizado em áreas naturais, em periferias urbanas ou regiões pouco habitadas, podendo concorrer com outras formas de uso da terra já estabelecidas (BLOODWORTH; SCOTT; MCEVOY, on-line, 2009).

A natureza da atividade extrativa gera uma variedade de impactos ao meio ambiente, antes, durante e após as operações de mineração. A indústria de mineração além da atividade de extração e beneficiamento inclui outras atividades de apoio não menos impactantes, como a abertura de vias, instalações de benfeitorias, inclusive comunidades e vilas. Mas é a atividade de lavra a que mais chama a atenção.

Os impactos da atividade de lavra estão vinculados ao seu método. A extração minerária divide-se essencialmente em dois grandes sistemas de lavra: a superficial ou a céu aberto, e a subterrânea. O processo ou métodos de lavra (escavação) utilizam técnicas de desmonte por explosivos, mecânico ou hidráulico. Cada método terá seu efeito negativo ao meio ambiente (TABATABAEI; MOHAMMADI, 2013). A mineração a céu aberto traz como maiores impactos a perda da cobertura vegetal, a degradação da terra e interrupções do ecossistema. Outros impactos relevantes da mineração são os estéreis e rejeitos gerados bem como a poluição decorrentes das águas pluviais carreadoras de materiais e compostos poluentes, e seus riscos a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

No caso do Brasil, onde a mineração tem se desenvolvido em áreas naturais e de florestas, seus impactos sobre a flora, fauna e constituintes físicos do ecossistema, são importantes e de difícil mensuração. Os impactos ambientais da

mineração, por sua natureza e importância, são dinâmicos e sempre "mais do que aquilo que preenchem os olhos" (NAMIN; SHAHRIAR; BASCETIN, 2011). Para Bhattacharya (2003) apud Namin, Shahriar e Bascetin (2011), quando os impactos macro-visíveis são observáveis, os micro-impactos são muitos para serem contabilizados, como são os meandros da natureza.

A definição dos impactos decorrentes da mineração inclui o conhecimento da característica do corpo do minério, o método de extração, a tecnologia usada, a existência e tipo de beneficiamento dos minerais e a sensibilidade do ambiente local. Os impactos ambientais da mineração, embora significativos, geralmente ficam confinados em áreas locais. Além de impactos físicos diretos das atividades extrativistas, podem ocorrer ainda, contaminação do solo, terra e água. No entanto, a atividade de lavra não deve ser tomada como a única atividade responsável por alterar os sistemas ecológicos. Como os efeitos ambientais são cumulativos na natureza, estes devem ser avaliados observando outros eventos ou atividades (FRANKS; BRERETON; MORAN, 2013).

A atividade de mineração e seus impactos tem como correlação principal a magnitude da escavação, que depende da extensão da área e da profundidade do depósito do minério, e do tipo de método de mineração. Na mineração de superfície, grandes volumes de material estéril são escavados e removidos de um lugar a outro, causando alterações topográficas e ambientais transformadoras, enquanto na mineração subterrânea se otimiza o volume escavado, sob custos e riscos muito maiores.

Serão abordados com mais detalhes os impactos ambientais da mineração de calcário na Seção 2.4.3.

2.3 Aspectos socioambientais da mineração

Além das conhecidas modificações de relevo, remoção de solo e vegetação, impactos aos recursos hídricos, e reflexos sobre a comunidade diretamente atingidas, a atividade de mineração resulta também em mudanças sociais (PARASCA; BUTNARU, 2014). Darimani, Akabzaa e Attuquayefio (2013) relatam a experiência em Gana de ações de governança ambiental em área de mineração de ouro, de forma a minimizar os impactos da remoção de comunidades, e privação de agricultores ao acesso a terras agricultáveis. A característica desbravadora e transformadora da

mineração tem resultado na criação de comunidades e sobreposição a atividades pré-estabelecidas, e ambos os casos, potenciais geradores de conflitos (SANDT, 2009).

Em todo o mundo, os recursos minerais são responsáveis por inúmeros conflitos, quer sejam de caráter sociais, econômicos ou ambientais. Estes conflitos não são exclusivos de países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Conflitos decorrentes da mineração têm sido melhor relatados nos países desenvolvidos como Inglaterra, Canadá, Finlândia, Suécia, Estados Unidos, Austrália, Espanha, entre outros, que enfrentam desde conflitos de uso do solo a resistências da sociedade (PARASCA; BUTNARU, 2014. BLOODWORTH; SCOTT; MCEVOY, 2009; ALI, 2009, e BEGÜM; LABAJOS, 2012). A exemplo do Reino Unido, o crescimento populacional, e o aumento da percepção pública quanto às implicações ambientais decorrentes da mineração, bem como do uso futuro do solo, tem levado comunidades a se manifestarem contra a implantação de projetos minerários (BLOODWORTH; SCOTT; MCEVOY, 2009).

As pressões demográficas indicam que a percepção pública e os níveis de aceitabilidade da indústria extrativista são muito baixos (BLOODWORTH; SCOTT; MCEVOY, 2009; BEGÜM, LABAJOS, 2012). Fator que cada vez mais influencia no sistema de ordenamento territorial, assim como a relação entre mineração e outras formas de uso do solo. Tal comportamento tem projetado um cenário de restrições à conversão do solo e à exploração minerária.

Diferentes atores, em diferentes níveis, têm respondido aos desafios ambientais e sociais da mineração usando distintas abordagens, mecanismos e instrumentos para mitigar ou prevenir os seus efeitos (DARLING et al., 2015; SANDT, 2009). Estas abordagens, mecanismos e instrumentos incluem: avaliação de impacto ambiental, obrigações de recuperação ambiental de áreas mineradas, compensações e impostos na comercialização do bem mineral, normas e termos de referência do licenciamento ambiental de mineração contemplando níveis de emissão de poluentes e produção mais limpa e certificações voluntárias, muitas destas de responsabilidade social corporativa.

A exemplo do Reino Unido, a crescente conscientização pública sobre as questões ambientais e o aumento da percepção dos impactos ambientais culminou no surgimento de movimentos como o NIMBY (*Not in my Back Yard* - Não no meu quintal), no qual grupos organizados pleiteiam o direito de recusar a instalação, em sua comunidade, de empresas ou projetos potencialmente poluidores ou de riscos

(BLOODWORTH; SCOTT; MCEVOY, 2009).

2.3.1 Governança ambiental

Os processos sociais de crescimento populacional, padrões de uso de tecnologias de produção e consumo, e de crescimento econômico são cada vez mais observados como os principais motores da mudança ambiental (SAMIMI; AHMADPOUR; GHADERI, 2012). Os diversos atores envolvidos neste segmento (empresas, governos, sociedade civil organizada, instituições financeiras) têm buscado neutralizar os impactos negativos da extração de recursos, através de iniciativas de governança. Estas se dão através do estabelecimento de normas, regramentos e ações de monitoramento que atendam às expectativas e entendimentos sociais (ALSTINE et al., 2014).

Segundo Holmes et al. (2013) governança é o exercício da autoridade política, econômica e administrativa para gerir os assuntos de uma nação. São mecanismos complexos através dos quais os cidadãos e grupos articulam interesses, exercem seus direitos e obrigações legais, e mediam suas diferenças. Em suma, governança é a maneira pela qual o poder é exercido na gestão de recursos sociais e econômicos de um país para o seu desenvolvimento. Está geralmente ligada a uma visão ampla, onde as fronteiras entre os setores público e privado, e entre os diferentes níveis administrativos são irrelevantes (SAMIMI; AHMADPOUR; GHADERI, 2012).

Neste contexto, a governança de recursos pode ser definida como o conjunto de normas que moldam e restringem a exploração dos recursos, de forma que contribuam ao combate à pobreza e ao desenvolvimento sustentável nas regiões onde estes recursos ocorrem. As normas de governança de recursos evoluíram em múltiplas escalas, em resposta aos potenciais impactos negativos (socioeconômicos, ambientais e institucionais) das indústrias extrativistas. Tais ações visam melhorar a transparência e a prestação de contas dos governos e empresas privadas durante o licenciamento, a exploração, a contratação, extração, geração de receitas e alocação de recursos naturais (ACOSTA, 2013). Os sistemas de governança podem ser considerados como filtros institucionais, mediando as ações humanas e os processos biofísicos (SAMIMI; AHMADPOUR; GHADERI, 2012).

As atividades de mineração envolvem uma variedade de atores cujos interesses muitas vezes são opostos. A governança ambiental não atua somente

como mediador entre interesses opostos, mas também entre eles e a natureza. Reúne uma gama de atores, governamentais e não governamentais, em discursões e interações, através das quais os processos e mecanismos evoluem para o interesse dos indivíduos e grupos, bem como determinam a natureza dos resultados ambientais (DARIMANI; AKABZAA; ATTUQUAYEFIO, 2013). A boa governança ambiental é medida pela eficácia das estratégias e iniciativas implementadas para atingir as metas ambientais.

Na maioria das sociedades, a governança ambiental tem sido e continua a ser uma preocupação menor, um serviço adicional, ou um programa minimalista, superficial, destinado a evitar litígios e inquietação dos eleitores (IUCN, 2014).

2.3.2 Cenários socioambientais

O estudo de cenários são importantes ferramentas de gestão frente a complexidade ambiental, com a finalidade de subsidiar os processos decisórios. Nessa ótica, atualmente utiliza-se cenários socioambientais como instrumento de governança (política, estratégias e possibilidades contingenciais), seja rumo a uma concepção exploratória, ou a alteração das circunstâncias da realidade em vistas a um futuro desejado (PEREIRA et al., 2013).

Desta forma, cenários socioambientais podem ser definidos como sendo descrições de conteúdo consistente e coerente de uma ou mais representações de alternativas de futuros, portanto hipotéticas, que permitam projetar ações no presente com vistas a resultados futuros possíveis e desejáveis (NOTTEN, 2013).

Segundo Godet et al. (2013) os cenários distinguem-se em: exploratório e normativo. O cenário exploratório aborda aspectos do passado e presente que conduzam a futuros prováveis. O cenário normativo se constrói a partir de previsões alternativas de futuro, podendo elas, serem desejáveis ou, pelo contrário, temidas; são concebidos de forma retroprojetiva. Os cenários podem também ser classificados como possíveis, englobando todas as possibilidades imagináveis; realizáveis, considerando tudo o que é possível realizar; e desejáveis, que se encontram entre os possíveis, mas que não são todos, necessariamente, realizáveis. A tipologia de cenários permite a orientação de atores conforme as diretrizes institucionais, valores e objetivos que podem ser tratados sob a ótica diferenciada de grupos de interesses manifestos e latentes.

Para Pereira et al. (2013. p. 4):

As proposições de cenários, sobretudo segundo a metodologia prospectiva, quando formuladas para organizações, tendem a privilegiar a centralidade do objetivo organizacional frente às adversidades ambientais. Quando se trata de cenários para municípios ou governos, por exemplo, a complexidade dos jogos de interesses se interpõe e as dinâmicas dos atores, suas estratégias devem ser reconhecidas e, para tanto, a representatividade dos distintos interesses passa a exigir recursos metodológicos específicos [...]

No viés da atividade minerária a construção de cenários socioambientais deve considerar os aspectos vinculados ao crescimento econômico, com a geração de empregos, desenvolvimento das cadeias produtivas, arrecadação de impostos e compensações como a Cfem (Compensação financeira pela exploração de recursos minerais). Em contrapartida outros aspectos socioeconômicos devem ser considerados, como:

- desterritorialização, reassentamento e deslocamento de processos produtivos locais;
- migração de trabalhadores e novas relações sociais;
- comprometimento do desenvolvimento de outras atividades econômicas (economia de enclave) (AUTY, 2006);
- padrões sociais e de qualidade de vida da população local;
- influência na articulação de políticas públicas locais;
- perspectivas socioeconômicas quando do fechamento da mina;
- e impactos ambientais ao meio físico e biótico com reflexos sociais e econômicos.

Quando a exploração mineral centraliza a economia local ou regional promovendo relações de dependência, há o risco de inibir outras atividades de desenvolvimento local (PEREIRA et al., 2013). Esse fato é percebido quando se inicia o fechamento da mina. Portanto, o planejamento de cenários que envolvem a atividade de mineração deve considerar a condição futura e previsível do fechamento da mina, de forma a garantir as condições econômicas e de qualidade de vida para a população impactada pela mineração.

Exemplos da desconsideração do fato da mineração ser atividade com tempo vida pré-determinado são:

A paralisação das atividades da Votorantim Metais (MV), instalada no município de Fortaleza de Minas - MG tem implicado no fechamento de diversos

postos de serviços, tanto no setor mineiro como em diversos outros setores, e por conseguinte, declínio da economia local. Esta situação caracteriza-se como exemplo típico de município com atividade econômica dependente da mineração (PEDRINNI, on-line, 2014).

O eminente encerramento das atividades de mineração da companhia Novelis do Brasil, em decorrência da venda de usinas hidrelétricas de sua propriedade, tornaram a produção de alumínio mais onerosa e menos competitiva no mercado, implicando na paralisação das atividades das unidades da Vale manganês em Ouro Preto, Conselheiro Lafaiete e Barbacena. Isto acarretou o fechamento de mais de 600 postos de trabalhos diretos e indiretos, comprometendo a economia destes municípios (VIEIRA, 2014).

2.3.3 Responsabilidade social

A indústria tem compreendido a necessidade e emergência de relações com a comunidade, sendo o desenvolvimento sustentável aquele com responsabilidade social corporativa (KEMP; OWEN, 2013).

As relações com a comunidade local têm sido um componente essencial e estratégico para o desenvolvimento do setor mineiro. Nesta ótica, é importante para a indústria mineral desenvolver melhor compreensão das vantagens e desvantagens envolvidas nos investimentos de mineração (EJDEMO; SÖDERHOLM, 2011). Os impactos ambientais associados com as atividades da mineração são frequentemente de natureza local, e a menos que estes sejam compensados, e que haja efetivo desenvolvimento social e econômico da sua localidade as relações mineração e sociedade se tornam tensas.

Em certa medida, surgem as críticas ao modo como às corporações tratam a responsabilidade social, almejada essencialmente como instrumento de certificação para ascender ao ranking social das empresas, cumprindo metas estipuladas por agentes financiadores como o World Bank, ou cumprimento de normas de governança para obtenção de licenças. Neste contexto, formam-se cenários de conflitos entre os atores sociais impactados e a atividade minerária.

Como instrumento de governança e mediação destes conflitos têm-se o Plano Ambiental de Fechamento de Minas - PAFEM, o qual, segundo o IBRAM (2013), o DNPM (2013) e Bota, McFaul e Xavier (2014), configura em um conjunto de

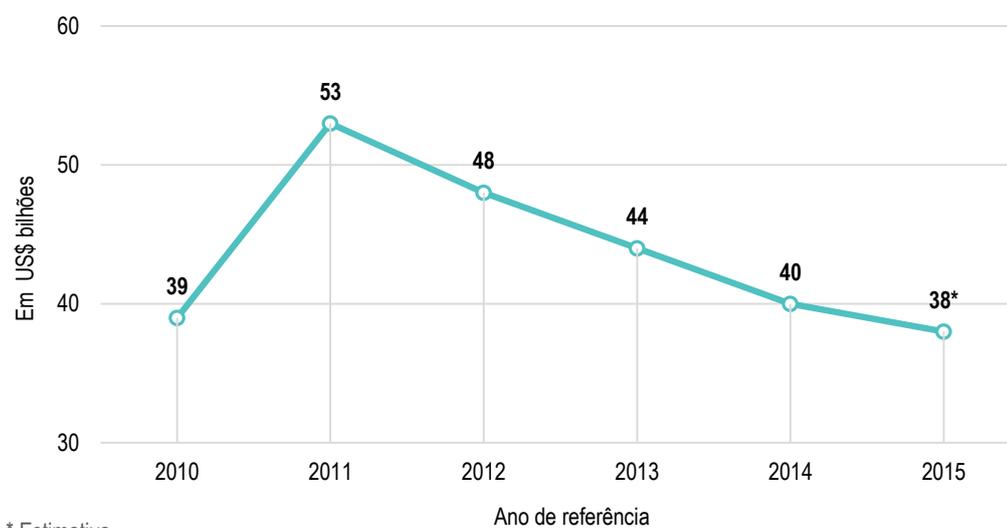
informações técnicas, projetos e ações visando à manutenção das boas condições ambientais tanto naturais como sociais durante os processos de implantação, operação, visando a etapa de fechamento de mina, não apenas do ponto de vista de recuperação ambiental mas de garantia de continuidade de sustentabilidade das comunidades impactadas.

2.3.4 Recursos minerais e economia

É inegável o aporte do setor mineral à economia brasileira. Na última década (2001-2011) a produção mineral brasileira cresceu cerca de 550%. A mão-de-obra empregada no setor da mineração, no ano de 2011, alcançou cerca de 175 mil trabalhadores. O Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM estima que o efeito multiplicador da geração de empregos da mineração na sua cadeia produtiva é de 1:13, ou seja, para cada posto de trabalho da mineração são criadas 13 outras vagas (empregos diretos) na cadeia produtiva. Assim, pode se estimar que em 2011 o setor mineral gerou, na sua cadeia produtiva, cerca de 2,2 milhões de empregos diretos, excetuando-se deste cômputo os postos de serviços gerados durante as fases de pesquisas mineral, a mão de obra dos garimpos e os empregos indiretos, (IBRAM, 2013).

Ainda segundo estimativas do IBRAM (IBRAM, 2015) a produção do setor mineral brasileiro deve registrar em 2014 o terceiro ano de queda, com um valor de US\$ 39 bilhões em 2010, 53 bilhões em 2011, US\$ 48 bilhões em 2012, US\$ 44 bilhões em 2013, US\$ 40 bilhões em 2014, e estimativa de US\$ 38 bilhões em 2015, o que representa para o ano de 2014 um recuo de 2,3% (Figura 6).

Figura 6 – Produção do setor mineral brasileiro

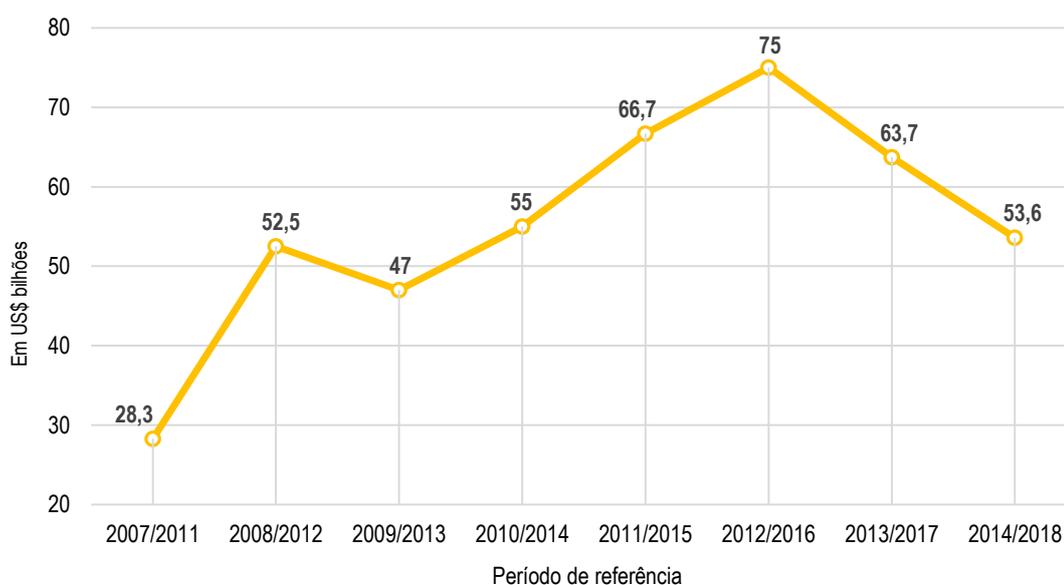


* Estimativa

Fonte: IBRAM, 2015.

O mesmo cenário se reflete quanto a projeção de investimentos no setor mineral brasileiro, estimados em US\$ 76 bilhões para o período de 2012 a 2016, sendo reduzida para cerca de US\$ 53,6 bilhões para o período de 2014 a 2018 (Figura 7).

Figura 7 – Estimativas de investimento no setor mineral brasileiro



Fonte: IBRAM, 2014.

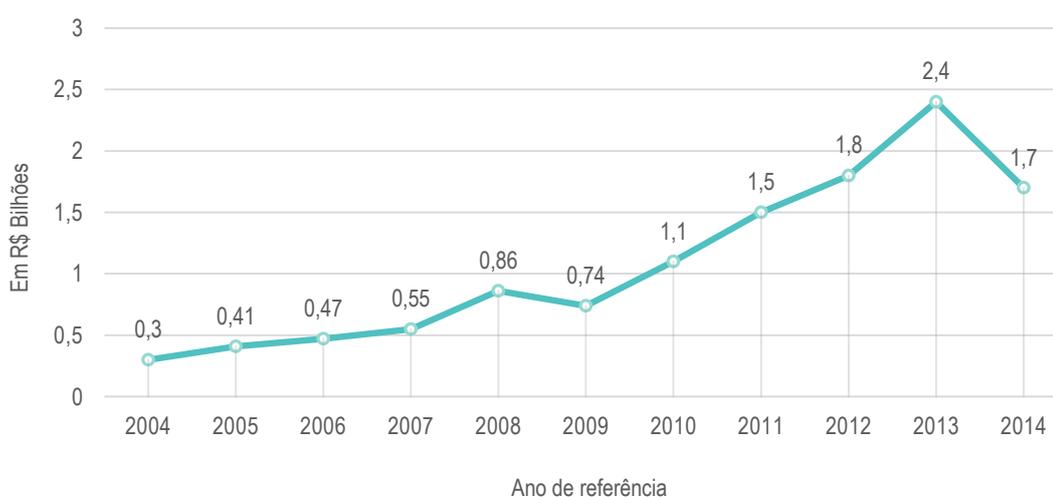
O aumento da capacidade de produção, a baixa demanda, e queda nos

preços das commodities, projeta um cenário nada animador à mineração nos próximos anos (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2014). Este cenário é decorrente de “uma ocorrência rara” nos mercados mundiais de commodities, caracterizada pelo declínio dos índices de preços das commodities no mercado internacional (TEXEIRA, 2015). Dados recentes do Commodity Markets Outlook (WORLD BANK, 2015), referente ao primeiro trimestre de 2015, aponta que a baixa demanda por commodities continuam a derrubar os preços nos mercados internacionais, levando a impactos diretos às economias baseadas em exportações primárias, como é o caso da economia brasileira.

Para Ferreira (2015), a “mineração enfrenta fim do superciclo das commodities”, e que devemos nos adequar a esta realidade, conviver com uma sociedade que demande menos matéria-prima, porém, capaz de disponibilizá-la de forma mais eficiente.

Tal cenário se refletiu no ano de 2014, na economia brasileira, com a redução de cerca de 28% do royalty da mineração, tendo por principal influência a queda no preço do minério de ferro (FREITAS, 2015). O gráfico a seguir (Figura 8) apresenta o cenário da arrecadação dos royalties da mineração, entre o período de 2004 a 2014, expressos mediante o total arrecadado com a Cfem, tendo o ano de 2014 o menor valor arrecadado desde 2011.

Figura 8 – Total Arrecadado com a Cfem (período de 2004 a 2014)



Fonte: Freitas, 2015

Apesar das flutuações de desempenho, ano a ano, da indústria mineral

brasileira, a tendência é de crescimento e abertura de novas fronteiras minerais, principalmente quanto a produção de insumos ao agronegócio e à construção civil. Neste panorama, a indústria mineral do Estado do Tocantins tem se destacado como o setor que mais cresce no Estado, avançando cerca de 23,2% no ano de 2012 em relação ao ano de 2011 (FIETO, 2013).

São propagados os benefícios locais gerados por projetos de mineração, onde se incluem os investimentos em infraestrutura de transporte e expansão da capacidade de geração e/ou transmissão de energia, a serem desfrutados por toda comunidade. Atividades industriais, não-relacionadas com o empreendimento mineral, portanto, podem se tornar economicamente viáveis como resultado da disponibilidade de tais instalações infraestruturais.

Hicksman, apud Oliveira (2010) elaborou uma teoria que contesta a visão tradicional da mineração acerca do poder do desenvolvimento da economia de base extrativista. Segundo ele, o desenvolvimento está inerente à estrutura de um setor com o máximo de conexões produtivas (*linkages*) entre os diferentes ramos e setores da economia. Ele ordenou os setores econômicos e seus potenciais de conexão. Deduziu que a produção de bens primários, como a mineração, apresentava um fraco desempenho, pelo fato de ter poucas *linkages* (conexões) para trás, ou seja, de desenvolver outros subsetores para abastecer a mineração. Conjuntura distinta se constata em economias fundamentadas na industrialização. Para Hicksman, os exclusivos ganhos da atividade mineral derivariam dos *linkages* fiscais, isto é, dos royalties e impostos pagos. Em 1998 um estudo realizado por Freudenburg e Gramling, apud Oliveira (2010), denominado *Linked to what? Economic linkages in an extractive*, o qual tem por objeto a economia baseada na exploração petrolífera em Louisiana, Estados Unidos, buscou atestar a teoria de Hicksman. **Afirma** que uma atividade extrativista estabelecendo conexões produtivas capazes de transformar seus produtos primários é suficiente para promover o desenvolvimento. Freudenburg e Gramling concluíram que somente isto não é garantia de desenvolvimento. E ainda citam por precedente, apesar da ocorrência do crescimento da cadeia produtiva, a fundamentação em uma exclusiva *commodity*, como são os empreendimentos de mineração de metais e petróleo.

No artigo intitulado “Natureza rica, povos pobres? - Questões conceituais e analíticas sobre o papel dos recursos naturais na prosperidade contemporânea”, Drummond (2013) examina algumas formulações teóricas e conceitos que direcionam

pesquisas empíricas destinadas a testar a hipótese de coincidência entre riquezas naturais e riqueza social. Foca como hipótese mais plausível, a de que a prosperidade e o bem-estar social de um determinado país ou região em geral não dependem da riqueza local de recursos naturais. O subdesenvolvimento de economias exportadoras de commodities minerais estaria associado à relação de perda de uma economia extrativa para uma economia produtora de bens de consumo acabados. Bunker (1984) designa os setores que caracterizam as economias periféricas-fornecedoras de bens primários, e as economias produtivas de centrais- transformadoras.

Segundo Bruseke, apud Oliveira (2010), a história da Amazônia é marcada pela economia extrativa e não pela economia transformadora, em por menores, a economia extrativa é a responsável por suprir o *input* de matéria e energia ao desenvolvimento das economias produtivas.

Esta ideia pôde ser constatada mediante dados recentes do metabolismo energético material dos países ricos que apresentam uma redução na intensidade material de suas economias, isto é, empregam menos matéria para constituir mais riqueza. Contrária a esta, situam-se as economias extrativistas como a do Brasil, as quais objetivando produzir mais riquezas têm expandido vertiginosamente sua intensidade material (FISCHER-KOWALSKI; AMANN, 2001).

Para Oliveira (2010, p.85), “Os produtos seriam matéria e energia da alta entropia (desorganizada) para as economias extrativistas - perdas biofísicas e crescimento e ampliação do poder às economias produtivas - ganhos econômicos.” Oliveira (2010, p.85) argumenta ainda, que “[...] além das perdas naturais, ocorriam ainda os prejuízos sociais pela desestruturação dos arranjos socioeconômicos locais pré-existentes, em decorrência da implantação dos empreendimentos extrativos”.

Para Bunker (1984) a essência da economia extrativa é a exploração dos recursos naturais, com baixa incorporação de trabalho e capital, vindo a criação de valor por meio de trabalho em segundo plano.

A volatilidade dos mercados de commodities primárias provoca consideráveis flutuações nas receitas do governo e ganhos cambiais dos países em desenvolvimento dependentes de minerais. Essas flutuações tonam o planejamento mais difícil, e como resultado pode impedir programas de desenvolvimento econômico (DAVIS; TILTON, 2013).

Segundo Mathis, Brito e Bruseke apud Oliveira (2010, p. 85), “[...] a extração mineral possui um limite temporal que é definido pela quantidade de minério no

subsolo e principalmente pelo mercado de bem mineral. Diante das incertezas do mercado, não há como conceber um grande projeto desenvolvimentista a médio e longo prazo, baseado unicamente na mineração”. O “boom” mineral provoca uma profunda transformação na estrutura socioeconômica local, atraindo mão de obra e recursos de setores tradicionais, como a agricultura e indústria, para a mineração. O retorno econômico de atividades que abastecem a mineração atrai também todo e qualquer investimento na região, impedindo o crescimento e a diversificação produtiva de setores tradicionais. E uma vez esgotados seus recursos minerais, os países podem encontrar dificuldades para recuperar a sua competitividade nestes setores tradicionais de exportação (DAVIS; TILTON, 2013).

2.3.5 Fechamento de mina

O ciclo de vida da mineração divide-se em três estágios distintos, sendo estes a exploração, a produção e a reabilitação (KUMAR, 2014).

A duração das operações de mineração depende do tamanho e grau dos depósitos e métodos utilizados, bem como dos preços prevalecentes das commodities. No caso da mineração de grande escala, geralmente de commodities, embora possa ocorrer ao longo de anos ou décadas, as flutuações nos preços das suas commodities, pode resultar em rupturas temporárias na produção, ou mesmo longos períodos de paralização. E, quando todo o minério, economicamente viável, é extraído, os preparativos para o encerramento e fechamento da mina começam. O processo de encerramento não só lida com a cessação da operação técnica, mas também inclui a reabilitação local, que envolve tanto a restauração da paisagem, como a prevenção ou mitigação de quaisquer potenciais riscos ambientais e de segurança. O encerramento pode, assim, ser visto como um processo contínuo, em função das circunstâncias locais, com monitoramento constante por muitos anos (HEIKKINEN et al, 2008).

Como abordado anteriormente, as operações de mineração, inevitavelmente provocam alterações no meio ambiente, cuja extensão depende da natureza do minério, métodos de mineração e tratamento, tamanho, geometria e localização do depósito mineral. Os efeitos mais significativos da mineração sobre o meio ambiente estão relacionados ao estabelecimento e a fase de produção da mineração. A implementação de um programa de reabilitação, após encerrada a mineração,

destina-se a garantir a segurança e a minimizar potenciais impactos negativos ao meio ambiente. Sem essas medidas de precaução, é possível que os efeitos ambientais possam persistir por décadas após o fechamento da mina (HEIKKINEN et al, 2008).

Fechamento de mina é, assim definido, como o processo onde as operações de produção da mina finalmente cessam, e o proprietário da mina inicia a desmontagem da infraestrutura local, e abre mão de direitos de concessão de lavra.

Os objetivos do fechamento de mina são baseados principalmente no cumprimento de obrigações legais, embora eles também possam ser alicerçados, de certo modo, na avaliação da gama de opções disponíveis ao fechamento de mina, ou por circunstâncias locais, a necessidade de se chegar a um acordo sobre questões específicas com a comunidade envolvida (SÁNCHEZ, 2014).

Economicamente, o fechamento de mina representa a cessação da fonte de captação do recurso, também para o Estado e município, com reflexos em toda a cadeia atrelada a mineração (empresas mineradoras, prestadoras de serviços e comércio local), implicando diretamente a economia local (FLORES; LIMA, 2012).

Segundo Heikkinen et al. (2008), o planejamento, implementação e monitoramento do fechamento de mina, está cada vez mais alinhado com os princípios de boas práticas, através de uma combinação de experiência, e reconhecimento, da indústria minerária, da necessidade de incluir a garantia de qualidade, e as considerações ambientais no âmbito de uma política empresarial responsável. O Planejamento de estratégias de fechamento de mina, deve ser uma parte integrante do processo de lavra, desde o seu início, com, no mínimo, critérios de avaliação de fechamento de mina, sendo definidos antes do início das operações de mineração.

2.4 A mineração do calcário

As rochas calcárias têm gênese sedimentar e ocorrem como rochas sedimentares ou metamórficas, compostas predominantemente por carbonato de cálcio (CaCO_3), podendo ser formada por processos tanto inorgânicos como orgânicos, sendo os orgânicos mais comuns.

O cálcio é elemento muito comum na crosta terrestre, presente em médias entre 3% a 4%. Os processos intemperismo físico (erosão) e químicos, onde o ácido carbônico é o principal reagente de corrosão, favorecem a lixiviação e condução de

soluções carregadas de carbonatos de cálcio e outros metais para ambientes marinhos primitivos, sendo utilizados pelas diferentes variedades de vida marinha, tais como corais, algas foraminíferas, molusco e equinodermos, para formar conchas e esqueletos. O incremento da saturação por sais de carbonato, por aporte de sais e/ou evaporação dos ambientes marinhos e/ou aumento da alcalinidade destes ambientes implicou na precipitação e formação de sedimentos calcários (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005).

Os depósitos de calcário podem ocorrer em grandes extensões e apresentar espessura de centenas de metros. Portanto, as minas ou regiões mineiras de calcário são de grande porte produtivo e de longa vida útil (BLISS; HAYES; ORRIS, on-line, 2013).

As rochas calcárias servem a duas importantes cadeias produtivas: a cadeia do cimento e da construção civil, diferenciados principalmente entre calcários calcíticos e dolomíticos (magnesianos); e na cadeia da agroindústria como corretivo de solos, onde o dolomítico é o mais empregado. As jazidas de calcários dolomíticos ocorrem em maior abundância na crosta terrestre, sendo a dolomita um mineral de carbonato de cálcio-magnésio. O calcário é a matéria-prima básica à produção de cimento, contribui de 85 a 95% na fabricação do clínquer, constituindo-se basicamente de carbonato de cálcio (CaCO_3) e, mediante sua origem geológica, podem apresentar características que inviabilize seu emprego na indústria de cimento.

Os calcários calcíticos são preferidos para a produção de cimento por apresentar elevado teor de CaCO_3 , baixos teores de sílica, óxidos de ferro e alumínio, e reduzidos teores de Mg (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005).

2.4.1 Lavra e beneficiamento

Apesar de exemplos, inclusive no Brasil (Votorantim Cimentos S/A - Unidade Santa Helena, Votorantim- SP), de mineração subterrânea de calcário, na maioria das minas do mundo este bem mineral é lavrado a céu aberto. Esta escolha ocorre pela grande ocorrência de depósitos aflorantes, o que torna os investimentos e custo da mina a céu aberto mais competitivo e a recuperação do minério incrementada. Essas minas são, comumente, conhecidas como pedreiras. Contudo, quando razões de forma do corpo mineral, técnicas, ambientais e econômicas permitem, a lavra subterrânea é também utilizada.

As principais etapas de lavra de calcário a céu aberto incluem: remoção do capeamento, perfuração, desmonte por explosivos, carregamento e transporte até a usina de processamento. A remoção do capeamento é o elemento-chave no custo da lavra a céu aberto. Para cada operação ou situação, há uma razão estéril/minério economicamente viável. A escala de produção é responsável pela viabilidade econômica de várias minas, especialmente pelo baixo valor agregado do produto para corretivo de solo. A seleção dos equipamentos varia com particularidade de cada operação, capacidade de produção, tamanho e forma do depósito, distância de transporte, estimativa da vida útil da mina, localização em relação aos centros urbanos e fatores socioeconômicos (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005).

As Figuras de 9 a 10 apresentam a planta de uma mina superficial, denominada mina Corgão de propriedade da empresa Caltins Ltda., localizada em Bandeirantes do Tocantins.

Figura 9 - Lavra de calcário a céu aberto (mina Corgão, Bandeirantes do Tocantins-TO)



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

Os produtos gerados pela mineração para atender tanto a indústria do cimento como do uso agrícola devem apresentar granulometrias finas. A redução de tamanho ou beneficiamento compreendem circuitos de britagem, moagem e classificação. A característica de mecânica, de consistência, e abrasividade da rocha a ser cominuída são parâmetros determinantes na escolha dos equipamentos de britagem, moagem, peneiramento e coleta de pó.

A cominuição¹ do calcário preferencialmente é feita via seca. A britagem é executada em circuitos multiestagiados, incluindo combinações de britadores de mandíbulas ou giratórios na fase primária e britadores cônicos ou de impacto (martelo) nas etapas posteriores. Os britadores de impacto apresentam alta capacidade, exigindo menor número de estágios, se comparados a outros tipos de britadores (JR., 2007). Para a moagem utilizam-se moinhos de rolos, moinhos tubulares com bolas (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005). As etapas de seleção são realizadas pelo peneiramento, para retenção de granulometrias maiores e por ciclonagem e aspersão e filtros das frações finas ou pó.

A Figura 6 apresenta, respectivamente, vista aérea da área de beneficiamento e etapa de britagem secundária (3), peneiramento, e carregamento do calcário (2) (produto final) da empresa Caltins Ltda., em Bandeirantes do Tocantins, TO.

¹ É a operação, ou o conjunto de operações, que consiste na redução das dimensões físicas de um dado conjunto de blocos, ou partículas, através do rompimento de sua coesão, por meio de ação mecânica externa, de forma controlada.

Figura 10 - Vista da área de beneficiamento do calcário (mina Corgão, Bandeirantes do Tocantins- TO)



Legenda: 01- Pilha de rejeito; 02- Área de carregamento do produto beneficiado (calcário); 03- Área de beneficiamento; 04- Oficina mecânica e sanitários; 05- Central de controle do sistema produtivo; 06- Vias de acesso à área da cava e áreas utilizadas para disposição de material estéril e rejeitos; 07- Armazenagem do produto final.

Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

Na Figura 11 observa-se em primeiro plano o conjunto de esteiras utilizadas no transporte de rochas calcárias, e peneiras e britadores utilizados na cominuição secundária da rocha, tendo ao fundo o galpão utilizado como área de armazenamento temporário, de onde, posteriormente, o produto é destinado a linha de processamento final.

Figura 11 - Sistema de britagem de calcário na mina Corgão (Caltins Ltda.) em Bandeirantes do Tocantins



Fonte: Autoria própria, 2013

2.4.2 Uso do calcário na agricultura

O uso agrícola é um dos principais mercados para o calcário produzido no Brasil e no mundo. No Brasil o calcário utilizado para fins agrícolas representa mais de 21% do total do calcário produzido (MME, 2013).

Como corretivo agrícola o calcário moído é aplicado no solo para corrigir a acidez ou alcalinizar os solos e assim imobilizar a atuação de metais tóxicos às plantas como o alumínio, manganês e ferro. O calcário agrícola ou corretivo de solos é utilizado sob a forma de pó, para aumentar sua reatividade e assimilação pelo solo. A eficiência do produto é dada pelo teor de Carbonato de Cálcio (CaCO_3) contido, que implica na menor quantidade de produto a ser aplicado por área. A incorporação do calcário necessita um período de assimilação e transformação em hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), que irá atuar na neutralização da condição ácida do solo (NAHASS; SEVERINO, 2003). Essa qualidade depende da quantidade, que é medida por um índice conhecido como Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT), que é obtido através do Poder de Neutralização (PN) e a Reatividade dada pela granulometria do calcário (RE).

A técnica de correção de solo, denominada também de calagem, além de corrigir a acidez, fornece cálcio e magnésio e outros micronutrientes ao solo, estes

normalmente desconsiderados no trato agrônômico.

2.4.3 Impactos ambientais da mineração de calcário

As atividades de mineração de superfície acarretam alterações ecológicas significativas: formação de cavas e modificação da morfologia local, potencializando impactos de erosão, supressão da biodiversidade local e contaminação das águas por substâncias tóxicas (NAJA et al., 2011). Os principais impactos da atividade são comentados nos subitens a seguir.

2.4.3.1 Geração de poeira

As operações de mineração em pedreiras têm como efeito intrínseco a geração de pó, decorrentes as etapas de perfuração, detonação, carregamento e descarga na fase de lavra e as etapas de britagem, moagem e peneiramento no beneficiamento. As partículas de pó variando da textura de areia a de argila atingem não só o local da atividade industrial, podendo as partículas ultrafinas (argilas) serem transportadas pelo vento para áreas vizinhas e mesmo distantes.

Em algumas situações, essa poeira pode conter substâncias nocivas ou ter tamanho e forma, que ao serem inaladas, trazendo consequências danosas a saúde humana e animal. Portanto, deve haver a dupla preocupação quanto à qualidade do ar, tanto ocupacional como de saúde pública (ABRIL et al., 2014).

O processo de geração de poeira é influenciado também pelas propriedades específicas da rocha, como dureza, distribuição de tamanho das partículas, densidade de partículas e umidade natural da rocha e atmosférica. A propensão mais friável incrementa a geração de poeira com textura de argilas, e as mais consistentes podem incorporar finas partículas de metais de ligas contendo elementos tóxicos como: Arsénio (As), Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd) (ABRIL et al., 2014).

Para a mitigação deste impacto são adotados sistemas de aspersão de água (e produtos tensoativos) na etapa de britagem, enquanto nas etapas de moagem devem ser utilizados equipamentos coletores de pó e enclausuramento do processo (GALETAKIS; ALEVIZOS; LEVENTAKIS, 2012).

2.4.3.2 Remoção da vegetação

O início da remoção de vegetação nas atividades de mineração pode anteceder os estágios de instalação e/ou operação de uma mina. Atividades como a prospecção, instalação de acampamento, em áreas inviáveis sob a ótica ambiental, podem resultar na remoção de vegetação, conseqüentemente, expondo o solo, favorecendo ao surgimento de processos erosivos.

A supressão de áreas de preservação permanente (APP) como topos de morros, encostas e leitos de drenagens é comum nessa atividade, com conseqüências significativas ao ecossistema impactado (ABRIL et al., 2014).

2.4.3.3 Rejeitos

As atividades de mineração de calcário geram principalmente rejeitos nas etapas de lavra que removem as rochas estéreis (baixo teor de carbonato) presentes na cobertura ou em extratos de intercalação das lentes de calcário. Geralmente, os rejeitos de escavação são depositados em áreas próximas as áreas de lavra, e utilizados na recuperação das áreas mineradas. Os empreendimentos de mineração têm ignorado a realização de estudos de caracterização destes materiais com vista a possibilidade de reaproveitamento ou tratamentos que minimizem o passivo ambiental (NAJA et al., 2011).

2.4.3.4 Emissão de dióxido de carbono

A crescente preocupação mundial com o efeito estufa faz com que seja cada vez mais importante, para qualquer segmento produtivo, o conhecimento sobre as emissões de gases de efeito estufa (dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), etc.), bem como a implementação de iniciativas para mitigar essas emissões.

No Brasil, estima-se que o setor de transformação de não-metálicos, onde se inclui o calcário, responde por cerca de 14% da emissão do setor mineral total de CO₂ decorrente da queima de combustíveis (MME/SGM, on-line, 2013a).

Na mineração propriamente dita, as emissões são devidas, principalmente, ao funcionamento dos equipamentos com motores de combustão, caldeiras e secadores que utilizam a queima de combustíveis.

O beneficiamento por calcinação do calcário, para produção de cal (Óxido de Cálcio (CaO)), é também um dos principais responsáveis pela alta taxa de emissão de CO₂, processo realizado pela queima de lenha nos fornos de calcinação (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005). Estimativas do MME/SGM (on-line, 2013a), indicam o valor médio de 361 kg CO₂ por tonelada de calcário processado na calcinação.

Conforme o segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópica de Gases de Efeito Estufa, as emissões de CO₂ do setor da cal no Brasil, durante o período compreendido entre 1990 a 2008, tiveram um aumento de 54,28% (MCT, on-line, 2013).

2.4.3.5 Impacto aos Recursos Hídricos

Na mineração e no beneficiamento do calcário agrícola não há significativo uso de água de processo, portanto a demanda sobre os recursos hídricos é baixa, mas a preocupação se dá especialmente em relação à possível degradação dos recursos de drenagens naturais sob a influência da mineração. Há risco quanto a alteração da qualidade da água, devido o assoreamento, ou a suspensão de drenagens de menor porte (MME/SGM, 2013b).

Os impactos da mineração de rocha de calcário ainda é um campo a ser explorado (EZEKWE; EZEKWE; CHIMA, 2013). A qualidade de drenagem de mina é controlada por processos naturais e de lixiviação de depósitos e sólidos expostos envolvendo processo geoquímicos relacionados a geologia dos depósitos minerais, a hidrologia e hidrogeologia. A Drenagem Neutra ou Alcalina de Mina (DNAM) pode ser produzida a partir da lixiviação de áreas de rejeitos da lavra contendo carbonato. Tal drenagem, embora não ácida, também pode conter elevadas concentrações de metais dissolvidos, o que pode, potencialmente, afetar os ambientes receptores (KELLY; CHAMPAGNE; MICHEL, 2006).

Em particular na mineração de calcário pode ocorrer a drenagem alcalina ou em níveis de acidez baixo promovendo a precipitação de elementos químicos como Dióxido de Titânio (TiO₂), Óxido de Ferro III (Fe₂O₃), Óxido de Alumínio (Al₂O₃), Óxido de Cálcio (CaO), Óxido de Cromo III (Cr₂O₃), Dióxido de Silício (SiO₂), Óxido de Níquel (NiO) e Óxido de Manganês (MnO) nas drenagens e solos inundáveis.

Outro risco se refere aos aquíferos, comuns em áreas onde ocorrem depósitos de calcário, por estarem sujeitos à gradual dissolução pelas águas que se infiltram em

suas camadas, abrindo fendas e caminhos para a circulação da água subterrânea. Nesses casos, a operação da lavra, ou de outras atividades levadas a cabo nas proximidades, pode implicar na contaminação mais fácil e rápida dos aquíferos, e maiores cuidados e exigências técnicas se aplicam a essas operações (BLISS; HAYES; ORRIS, on-line, 2013).

A Tabela 1 traz o índice de reciclagem/recirculação de água para diferentes tipologias minerais. A mineração de calcário é apresentada juntamente com a mineração de materiais *in natura*, apresentando um percentual de reciclagem/recirculação (IBRAM, 2015).

Tabela 1 - Consumo anual e índice de reciclagem/recirculação de água para diferentes tipologias minerais

Tipologia Mineral	Reciclagem/ recirculação (%)
Minério de ferro	65 a 90
Ouro	55 a 81
Carvão mineral	95 a 100
Caulim	70
Areia quartzosa industrial, calcário calcítico e dolomítico	100
Níquel	82
Fosfato	50 a 83
Alumínio e derivados	83

Fonte: IBRAM, 2015.

2.4.3.6 Ondas de choque

Nas pedreiras de calcário a céu aberto, o controle da propagação de ondas de choque resultantes da detonação de explosivos para desmonte de rochas é uma preocupação presente, principalmente quando há proximidade a habitações.

A tecnologia incorporada ao desmonte de rochas, principalmente utilizando assessórios de retardo e controles por *softwares* já permite que as detonações de rocha produzam vibrações mínimas, de baixa intensidade, sem prejuízo de construções, estabilidades geológicas e ecossistemas (WANG; GE, on-line, 2008). Na mineração de calcário a investigação sobre a ocorrência de cavernas no subsolo deve

ser assumida como prioridade² (HE; MIAO; FENG, 2010). Contudo, questões envolvendo a propagação de ondas de choque e suas implicações ao meio ambiente, principalmente ao meio biótico ainda requerem investigações.

2.4.3.7 Consumo energético

Nas minas e calcário os equipamentos de carregamento e transporte são movidos por motores a diesel, enquanto que para a operação dos equipamentos de beneficiamento utiliza-se energia elétrica. A demanda por energia elétrica é significativamente maior que a de óleo diesel. Enquanto as operações de lavra (desmonte de rocha, carregamento e transporte) consomem cerca de 0,1 kWh/t, na britagem o índice eleva-se para a magnitude de 1 kWh/t, atingindo valores da ordem de 10 kWh/t em circuitos de moagem, e até 100 kWh/t em etapas de pulverização, moagem fina, ou micronização (DELBONI, 2007).

O principal avanço na direção da eficiência energética tem ocorrido nas trocas de equipamentos com motores a combustão e de cominuição, por versões mais modernas que priorizam a redução do consumo de energia e melhora de rendimento. Entre esses, se destacam os moinhos de rolos de alta pressão (HPGR- *High Pressure Grinding Rolls*), os britadores de eixos dentados (*Sizers*), e os britadores de impacto com eixo vertical (VSI - *Vertical Shaft Impactors*) (DELBONI, 2007).

2.4.3.8 Mitigação de impactos ambientais

As medidas preventivas são a forma mais eficiente de minimizar os impactos ambientais negativos. Estas medidas incluem: retirar quantidades mínimas de vegetação das áreas de lavra; construir pilhas de estéril com deposição controlada; construir barragens de contenção de rejeitos e sistemas de drenagem; preservar o solo para posterior aproveitamento na recomposição do solo; coletar sementes e construir viveiros para posterior plantio em áreas a serem revegetadas; dar destinação adequada aos resíduos perigosos; controlar as operações que geram poeira, gases e ruídos; revegetar áreas impactadas assim que possível, após a intervenção da lavra; e realizar monitoramento cuidadoso e efetivo de águas naturais e efluentes das

² “[...] é o gradual, ou algumas vezes abrupto colapso de rochas ou camadas de solos, ou seja, o afundamento de uma área na crosta terrestre em relação às áreas vizinhas.” (Santos, 2003, p.1).

operações de lavra e processamento (MME/SGM, 2013b).

A recuperação de solos é uma das etapas prioritárias na minimização de impactos da indústria mineira, com objetivo de dar destinação de uso econômico ou ecológico a área após a lavra. A mineração é cada vez mais vista como uma forma temporária de uso da terra, cujo fim da vida da mina merece ser planejado, considerando as opções futuras de uso do solo, ambientalmente sustentável.

Recuperação de áreas mineradas não é uma atividade a ser realizada no final do ciclo de vida útil da mina, ao contrário, a reabilitação das áreas mineradas é um processo que requer tempo e envolve aprendizagem. Não obstante, em muitas empresas de mineração esforços para a reabilitação podem variar ao longo do tempo, devido a várias razões, tais como mudança de gestores, sendo alguns mais entusiasmados do que outros para alcançar os objetivos de reabilitação. Também é conhecida, a partir de indícios, de que as grandes empresas podem apresentar diferentes níveis de compromisso com a gestão ambiental em locais diferentes, não só em diferentes países, mas também dentro da mesma jurisdição (NERI; SÁNCHEZ, 2010).

2.5 A gestão pública da mineração

2.5.1 Regramento ambiental da mineração

Em meados da década de 1970 surgiram no Brasil as primeiras exigências legais de controle de poluição. Desde então, a mineração tem sido lembrada como uma atividade que necessita de licenças ambientais. A partir da década de 1990 o licenciamento da mineração já contava com termos de referência específicos.

A exploração mineral não é considerada uma atividade de impacto ambiental permanente. Possui um ciclo definido, desde as pesquisas exploratórias e prospectivas até o fechamento da mina, pela exaustão das reservas, ou sua economicidade, e muitas para preservar o meio ambiente. Nos últimos 30 anos, empresas que desempenham essa atividade estão mais conscientes da responsabilidade da preservação de nossas florestas e recursos hídricos e os geólogos adotam práticas de mínimo impacto, mesmo nas ações pontuais da pesquisa mineral (REIS; BICHO E MELO, 2008).

Para o fechamento de mina, um impacto de grande relevância já está

consolidado a necessidade da elaboração de um plano de recuperação de área degradada (PRAD), para fins do licenciamento ambiental. No entanto, a atenção é dada somente ao reestabelecimento de um ecossistema natural, ou um uso econômico e mesmo como equipamento social. É relevado o impacto do desaparecimento da atividade e com ele o desaparecimento de uma comunidade econômica e, muitas vezes, social vinculada a esta atividade.

Portanto, apesar dos avanços no planejamento de novas minas e na gestão ambiental dos empreendimentos em funcionamento, ainda há um longo caminho a percorrer no tratamento das questões socioambientais associadas ao fechamento de minas. O quadro legal e o aparato administrativo foram montados para equacionar os problemas ambientais decorrentes da abertura e funcionamento de minas e demais atividades, mas muito pouco foi feito pra tratar do descomissionamento de minas, ou seja, a desativação ambientalmente segura e socialmente responsável de minas e instalações conexas, o que demanda o planejamento social concatenado com o plano do projeto, envolvendo o cuidado com os parâmetros econômico e financeiro, Tais projetos ainda são muito poucos no setor mineral brasileiro (SÁNCHEZ, 2008).

2.5.2 Avaliação de impactos ambientais

"Impacto ambiental é compreendido como toda alteração perceptível no meio, que comprometa o equilíbrio dos sistemas naturais ou antropizados, podendo decorrer tanto das ações humanas como de fenômenos naturais (SANTOS, 2004, p. 110)."

Esta concisa definição reflete a encontrada na resolução CONAMA nº 001/86, art. 1º, o termo impacto ambiental é definido como:

"Qualquer alteração das propriedades físicas, química ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- I- a saúde, a segurança e ao bem estar da população;
- II- as atividades sociais e econômicas;
- III- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- IV- a qualidade dos recursos ambientais." (PINTO; ALMEIDA, 1999, p. 75).

O documento original que reproduz o estudo dos impactos ambientais e instrumento de política ambiental, adotado atualmente em inúmeras jurisdições - países, regiões ou governos locais, assim como organizações internacionais - como bancos de desenvolvimento - e por entidades privadas é a avaliação de impacto

ambiental (AIA). É reconhecido em tratados internacionais como um mecanismo potencialmente eficaz de prevenção do dano ambiental e de promoção do desenvolvimento sustentável.

A declaração do Rio 92 estabelece, em seu princípio 17, que:

"A avaliação de impacto ambiental, como um instrumento nacional, deve ser empreendida para atividades propostas que tenham probabilidade de causar um impacto adverso significativo no ambiente e sujeitas a uma decisão da autoridade nacional competente." (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, on-line, 2013, p.3).

Segundo Medeiros (1995), a avaliação do impacto ambiental (AIA) deve ser concebida, antes de tudo, como um instrumento preventivo de política pública. Que só se torna eficiente quando possa se constituir num elemento de auxílio a decisão, uma ferramenta de planejamento e concepção de projetos para que se efetive um desenvolvimento sustentável como forma de sobrepôr ao viés economicista do processo de desenvolvimento, que aparecendo como sinônimo de crescimento econômico ignora os aspectos ambientais, culturais, políticos e sociais.

Em comparação com outros países de perfil minerador como o Canadá e a Austrália, líderes nas tendências ambientais na mineração, as principais empresas brasileiras ainda lançam mão de poucas iniciativas voluntárias. Mas, em contrapartida, enfrentam demandas administrativas pouco comuns nesses países, como um extenuante rito burocrático e judicializado, com carência de conhecimento científico e técnico responsável, que permita buscar a justa compensação ambiental pelos danos causados por novos projetos, na continuidade do funcionamento de empreendimentos existentes, ou em razão de passivos não recuperados.

3 METODOLOGIA

A abordagem metodológica foi dirigida ao levantamento dos cenários socioambientais que envolvem a mineração de calcário em dois níveis, o do Estado de Tocantins e em nível municipal, a mineração de calcário em Bandeirantes do Tocantins– TO.

Através da discussão destes cenários serão avaliadas as transformações ou possíveis impactos ambientais, principalmente quanto aos aspectos no campo social e econômico.

A metodologia adotada nesta dissertação teve duas rotinas de levantamento de dados: a busca por dados secundários que permitiram conhecer os aspectos socioeconômicos da atividade de mineração e da comunidade onde está inserida, e o levantamento de dados e informações de campo.

3.1 Levantamento de dados secundários

Os dados secundários trabalhados foram levantados em banco de dados de organismos federais, estaduais e municipal, além de fontes setoriais.

3.1.1 Dados da atividade de mineração

- I. Em nível federal: sítios na internet do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM, e do Serviço Geológico do Brasil- CPRM;
- II. Em nível estadual: Secretaria de Planejamento do Estado do Tocantins- SEPLAN/TO, a Secretaria da Fazenda do Estado do Tocantins- Sefaz/TO, e a Federação de Indústria e Comércio do Estado do Tocantins- FIETO.

3.1.2 Índices socioeconômicos

- I. Em nível federal: Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil 2013- IDH/2013, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE; Ministério da Saúde- MS;
- II. Em nível estadual: Secretaria Estadual da Fazenda do Estado do Tocantins (SEFAZ), mediante acesso as informações referentes ao Índice de

Participação dos Municípios- IPM. Em todos os casos, por acesso aos respectivos sítios na internet.

À construção do cenário econômico de Bandeirante do Tocantins, utilizou-se de informações referentes ao Valor Adicionado Bruto - VAB, que é o valor que a atividade agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo. O VAB é a contribuição ao Produto Interno Bruto - PIB pelas diversas atividades econômicas, obtida pela diferença entre o valor de produção e o consumo intermediário absorvido por essas atividades. Utilizou-se ainda, de informações do Índice de Participação do Município – IPM, que representa um índice percentual representado pelos 25% do montante da arrecadação do ICMS (Imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e comunicação), o qual pertencente ao município. Este índice que viabiliza o Estado a entregar as parcelas da receita tributária, prevista na Constituição Federativa e pertencentes aos municípios. (SEFAZ,2014).

3.1.3 Levantamento de recursos e ambientes naturais

O contexto do ambiente natural vinculado à mineração do município de Bandeirantes do Tocantins foi obtido a partir de informações cartográficas regionais disponíveis ao acesso no banco de dados da Secretaria Estadual de Planejamento de Tocantins - SEPLAN/TO (SEPLAN,2013). São arquivos digitais, em extensão *shape* (geologia, pedologia, uso do solo e fitoecológica), georreferenciados ao datum 69. Estas informações foram utilizadas para a elaboração de representações gráficas (mapas temáticos), mediante o uso dos softwares Autocad Map 2016 e ArcGis 10.3

3.2 Levantamento de campo e coleta de amostras

O levantamento de campo consistiu em visitas técnicas a mina Corgão (Caltins);

Foram realizadas 03 visitas a mina Corgão, sendo:

- I. Visita ao setor operacional e administrativo;

Conhecer o sistema produtivo e administrativo, proliferação dos sólidos em suspensão (período de estiagem);

II. Visita a área de lavra;

Conhecer os processos de extração, disposição do depósito mineral explorado, a possível ocorrência de outros minerais (período de estiagem);

III. Visita a área de cava;

Coleta de amostras de água depositadas no fundo da cava (início do período chuvoso).

As visitas foram agendadas com antecedência, em maio de 2013, mediante solicitação à diretoria administrativa do Grupo J. Demito, proprietário da mina Corgão (Caltins Ltda.), localizada na cidade de Araguaína- TO, mediante a apresentação desta proposta de pesquisa, sendo agendada três (3) visitas a mina Corgão.

Nas visitas foram utilizados navegador portátil, GPS Garmim, modelo GPSmap 76CSx, para registro de posicionamento e rota, uma câmera fotográfica, marca Nikon, modelo Coolpix L120, além de caderneta de campo.

A Figura 12 apresenta a disposição espacial dos setores da mina Corgão, constando a localização da área de cava (extração de calcário), as áreas utilizadas para disposição de material estéril e rejeitos, a localização do paiol (armazenamento de explosivos), o sistema de beneficiamento, a área de carregamento de material beneficiado, a área administrativa, a sala de controle do processo produtivo e carregamento, e a oficina mecânica.

Figura 12 – Vista da planta da mina Corgão (Caltins Ltda.).



Legenda: 01- Área de cava (acúmulo de água pluvial); 02- Área de beneficiamento; 03 pilha de material estéril e rejeito; 04 pilha de rejeito; 05- paiol, 06- Área administrativa; 07- Oficina mecânica e sala de controle do sistema produtivo; 08- Área de carregamento do produto beneficiado (calcário); 09- Área de depósito de rochas; 10- Entrada de veículos.

Fonte: MICROSOFT CORPORATION, on-line, 2015.

Na primeira visita buscou-se conhecer o sistema produtivo e beneficiamento do calcário, as condições de trabalho e o gerenciamento do empreendimento, e obter informações quanto a vizinhança da mina. Observou-se também dispersão de material particulado e a disposição de rejeitos.

A segunda visita teve por objetivo conhecer as áreas destinadas à disposição de material estéril e rejeitos, e quais critérios foram utilizados para adoção destas áreas a esta finalidade, os métodos de disposição do material descartado (rejeito e material estéril), bem como das medidas mitigadoras adotadas quanto a segurança ambiental. Durante visita em uma das áreas de deposição de material estéril e rejeitos, um material em particular se destacou dentre os demais materiais ali depositados,

tratando-se de uma argila escura, que se encontrava disposta nas camadas inferiores da pilha de material estéril e rejeitos, identificada como 3, na Figura 12, exposta devido a ocorrência de uma voçoroca instalada neste setor sudoeste da pilha (área (3a) da Figura 13). Mesmo mediante especulações, por parte dos funcionários que acompanhavam a visita, de que se tratava de um material turfoso, amostras do material foi coletada, catalogadas, e produzido memorial fotográfico da disposição deste material no perfil da pilha (Figuras 14 e 15).

Figura 13 – Voçoroca instalada na pilha de rejeitos



Legenda: 03- Pilha de material estéril e rejeitos; 03a- Voçoroca onde foi encontrada a argila escura.

Fonte: MICROSOFT CORPORATION, on-line, 2015.

Figura 14 – Argila escura encontra na pilha de rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2013.

Figura 15 – Disposição da argila escura na pilha de rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2013.

A 3ª visita, por ter sido realizada no período chuvoso, não foi bem-sucedida, pois as condições climáticas locais impediram a coleta de amostras de solo e água do interior da área de lavra (cava) (Figura 13). Contudo, apesar da situação imposta,

pode-se ter uma ideia das limitações operacionais infligidas pelas condições climáticas, ao processo de extração mineral, culminando com a paralização temporária das atividades de mineração durante o período chuvoso. A Figura 16 é um registro das condições da área de cava durante uma precipitação. O registro foi feito no início do período chuvoso (dezembro/2013), onde no primeiro plano, na parte inferior esquerda, apresenta-se a drenagem um dos pontos de drenagem seguindo em direção a área da cava (ao centro), a qual apresenta acúmulo de água de precipitações anteriores, pois em decorrência da drenagem do terreno e das vias abertas para acesso a área de cava, mediante instalação da mina, grande parte da drenagem é direcionada à cava.

Figura 16 - Vista do interior da área de cava da Caltins (período chuvoso)



Fonte: Autoria própria, 2013

3.2.1 Amostragem de resíduos

As amostragens de materiais, resumiu-se em amostras do material denominado argila escura, as quais foram realizadas durante a segunda visita a mina Corgão. A amostragem se deu na pilha de material estéril e rejeitos, na área denominada 3 (Figura13), sendo recolhidas 4 (quatro) amostras da argila escura.

Buscou-se também identificar, com a ajuda dos colaboradores da mina, o local de ocorrência deste material na mina, sendo identificado material semelhante no perfil mais raso do solo (local 2, Figura 17) exposto na área de cava (encostas da área de cava), acima da ocorrência de xisto, a uma profundidade média de 1,5 m, onde

recolheu-se 04 amostras do material (argila escura).

A Figura 17 apresenta a disposição espacial das áreas investigadas, onde se pode observar o acúmulo de água pluvial no fundo da cava da mina (no alto ao centro), a área de expansão da extração de rocha calcária (no alto a esquerda), próximo a área da cava observou-se a exposição de xisto (5), que se sobrepõe a rocha calcária, as áreas destinadas ao depósito de rochas utilizadas no processo de beneficiamento (4), as áreas utilizadas para a disposição de material estéril e rejeitos (3), área de ocorrência da argila escura no perfil do solo (2), e o local onde inicialmente se teve o primeiro contato com o material denominado argila escura (1).

Figura 17 – Vista aérea de exploração (cava de lavra), e áreas de deposição de material estéril e rejeitos da mina Corgão (Caltins Ltda.).



Legenda: 01- Local de ocorrência de argila escura na pilha de rejeito e material estéril; 02- Área investigada quanto a localização e disposição da argila escura no perfil do solo; 03- Pilhas de material estéril e rejeito; 4- Depósito de rochas; 5- Área de exposição de xisto (ocorrência);

Fonte: MICROSOFT CORPORATION, on-line, 2015.

3.2.2 Preparação de amostras

A preparação inicial das amostras do material de coloração escura (argila escura) foi realizada no laboratório de Estudos Ambientais e Desenvolvimento de Nanocompósitos - LADN do Unilasalle. A amostra foi submetida a processo de secagem em uma estufa, a uma temperatura de 60°C, por um período de 24 horas.

Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Processamento Mineral (Laprom) do Centro Tecnológico da UFRGS, para fins de análise química das amostras, onde aproximadamente 1,5 kg de amostras foram moídas com o auxílio de um moinho de bolas, a granulometria inferior a 0,074 mm (peneira 200 mesh), e posteriormente, encaminhadas à análise.

3.2.2.1 Análise química

Alíquota da amostra pulverizada do material escuro foi analisada por espectrometria de fluorescência de raios-X por energia dispersiva, marca Shimadzu, no Laboratório de Processamento Mineral (Laprom) do Centro Tecnológico da UFRGS. Os dados resultantes foram interpretados por um software de identificação de espectros, e expressos em forma de gráficos e tabelas.

Este procedimento foi adotado por ser tratar de uma análise elementar rápida. A análise por fluorescência de raios X é um método de análise elementar qualitativo e quantitativo que se aplica à identificação de praticamente todos os elementos (Z (número atômico) > 13). Trata-se de técnica não destrutiva, que informa a composição química de amostra mineral através de seus óxidos simples.

3.3 Aplicação de questionário/entrevista

Para a obtenção de dados e informações complementares, quanto a indústria minerária de Bandeirantes e sua relação com o poder público municipal local, elaborou-se um formulário de pesquisa, ANEXO A- Perfil da mineração do município, na percepção do poder público municipal. Este formulário aborda informações referentes aos aspectos da indústria da mineração de Bandeirantes do Tocantins (aspectos gerais e socioeconômicos), políticas públicas locais voltadas ao setor da mineração, impactos ambientais decorrentes do setor mineral, uso do solo, controle

ambiental e conflitos.

O formulário de pesquisa foi aplicado no dia 10 de junho de 2014, junto a Secretaria Municipal de Administração e Finanças de Bandeirantes do Tocantins, na pessoa do secretário de administração.

3.4 Dificuldades da pesquisa

Para complementar as informações públicas, em uma primeira análise, das relações entre a atividade de mineração e o município de Bandeirantes do Tocantins, quanto aos aspectos socioeconômicos e ecossistema natural, pretendeu-se realizar inicialmente uma pesquisa com os diferentes representantes sociais do município, das empresas minerais, e instituições de gestão e ensino da região e Estado. Contudo, mediante a resistência de alguns representantes, dentre estes as empresas de exploração mineral, e o envolvimento de outros representantes no processo eleitoral do corrente ano, não foi possível desenvolver esta metodologia, ficando restrita ao poder executivo local.

Outro ponto relevante, diz respeito ao objeto de pesquisa, a mina Corgão de propriedade da Caltins Ltda., pertencente ao grupo J.Demito. Este objeto foi eleito mediante suas particularidades e pelo período de atividade de extração mineral, bem como pelos impactos decorrentes de sua atividade ao município de Bandeirantes do Tocantins. Quanto ao caráter ambiental, a facilidade em estabelecer contato com a empresa proporcionou uma boa relação entre o pesquisador e o objeto de pesquisa, facilitando assim acesso a mina Corgão.

Ressaltando-se que durante o processo investigativo a mineradora Supercal Ltda. não se encontrava em operação, limitando-se apenas a instalação do empreendimento.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

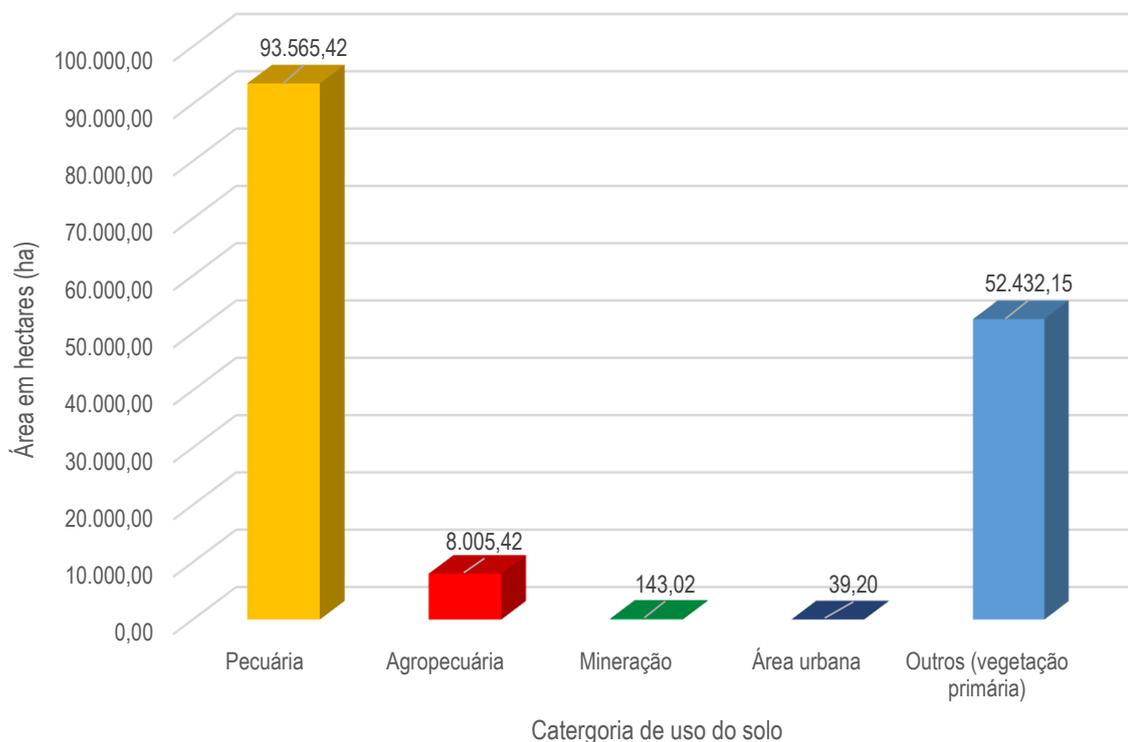
Neste capítulo serão apresentadas e discutidas as informações coletadas visando estabelecer as dimensões de participação da mineração de calcário realizada no Estado de Tocantins, olhando para uma mina e um município, o de Bandeirantes do Tocantins – TO.

Bandeirantes do Tocantins é um município novo, como grande parte do Estado de Tocantins, criado em 26 de maio de 1994. O município está localizado na mesorregião Ocidental do Estado do Tocantins, compondo a Região Administrativa VI (Figura 5) do Estado, distando cerca de 322,2 km de Palmas, a capital. A área territorial do município é de 1.541,842 km², pouco maior que o município de Palmeiras das Missões no RS. Mas com população residente 10 vezes menor, de 3.122 pessoas, e densidade demográfica de 2,02 hab./km² (IBGE, 2013).

A grande extensão territorial e baixa ocupação se reflete na economia, alicerçada, historicamente, na pecuária intensiva, que corresponde a cerca de 60,59% (93.565,42 hectares) do uso do solo no território de Bandeirantes do Tocantins (Figura 18), e mais recentemente na indústria, cujo setor resume-se a indústria de extração mineral (mineração), com uma grande mina em operação (Caltins Ltda.), e um projeto em fase instalação/operação (Supercal Ltda.), e no setor de serviços, decorrentes da expansão da indústria mineral local.

Os parâmetros de análise escolhidos devem ser representativos dos seguintes aspectos ambientais: o econômico, o social e o natural, para possibilitar reconhecer os aspectos e comportamentos socioambientais relevantes e influentes ao binômio mineração e sociedade.

Figura 18 – Gráfico de uso do solo do município de Bandeirantes do Tocantins- TO.



Fonte: MAPSTORE, 2015.

4.1 A economia da mineração no estado do Tocantins

Conforme dados do da Superintendência do DNPM/TO, Relatórios Anuais de Lavra (RALs), exercício 2012, ano base 2011, o Estado do Tocantins, no ano de 2010, foi o 8º maior produtor nacional de calcário agrícola. A produção de calcário agrícola é um dos setores da Indústria Mineral Tocantinense em ampla expansão, com o aumento da produção das unidades já instaladas ou implantação de novas minas. O ANEXO C- mapa de ocorrência de calcário no Estado do Tocantins, apresenta as principais reservas de calcário do Estado, as quais encontram-se nos municípios de Xambioá, Bandeirantes do Tocantins (o qual é tomado por estudo de caso neste trabalho), Lagoa da Confusão, Natividade, Dianópolis, Taguatinga, Palmeirópolis, Aurora, Taipas e Arraias, com reservas superiores a 500.000.000 t, sendo que dentre estas minas, muitas operam sob o regime de licenciamento, das quais não há previsão de avaliação de reservas (DNPM/TO, 2012).

A evolução da Indústria Extrativa Mineral do Estado do Tocantins não difere do restante do país, apesar do cenário atual do setor, apresenta índices expressivos

de desenvolvimento. Dados da Federação das Indústrias do Estado do Tocantins – FIETO (FIETO, 2013) apontam um crescimento de 419,9% do Produto Interno Bruto - PIB da Indústria Extrativa Mineral do Estado, no período compreendido de 2002 a 2012.

Em 2012, o crescimento do PIB da Indústria Extrativa Mineral em Tocantins foi de 23,2%, o que configura a existência de um crescimento significativo no setor. Porém, apesar da produção mineral ser responsável pelo crescimento do PIB Industrial do Estado em 3,6%, para 2012, quanto a participação no PIB Tocantinense, a mineração representou apenas de 0,5% deste em 2012.

A participação da mineração de calcário em Tocantins pode ser avaliada a partir das informações coletadas junto à Superintendência DNPM/TO e apresentadas na Tabela 2. Estes dados mostram um aumento da produção total de 68,1% em 2011 com relação ao ano de 2010.

Os dados revelam que a mineração de calcário, tanto o calcário agrícola (dolomítico) e o industrial (calcítico), são responsáveis pelos maiores faturamentos entre as demais substâncias minerais lavradas em Tocantins, correspondendo respectivamente a 41,16 % e 16,16% do faturamento total. Tendo o calcário agrícola, no ano de 2011, um aumento na produção, uma vez que a produção comercializada crescera cerca de 199,75% em relação ao ano anterior (2010).

A este faturamento está vinculado o recolhimento da Cfem, do qual 65% é repassado diretamente ao município quando o pagamento é efetuado.

Tabela 2 – Produção mineral no Estado do Tocantins (ano base 2010 e 2011)

	2010		2011	
MINÉRIO (substância)	Prod. comercializada	VALOR (R\$)	Prod. comercializada	VALOR (R\$)
Água Mineral (l)	27.820.599	4.088.020,25	22.616.344	3.730.336,67
SUBSTÂNCIAS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL	Prod. comercializada	VALOR (R\$)	Prod. comercializada	VALOR (R\$)
Areia (t)	173.048	2.362.604,62	346.927	6.284.652,22
Saibro (t)	----	----	13.640	155.000,00
Argila (t)	43.356	6.993.190,66	71.260	726.511,20
Rochas Britadas e Cascalho (t)	1.718.830	13.805.188,88	643.059	13.464.558,24
SUBSTÂNCIAS MINERAIS INDUSTRIAIS	Prod. comercializada	VALOR (R\$)	Prod. comercializada	VALOR (R\$)
Calcário Industrial (t)	1.136.110	26.880.461,62	1.187.636	25.816.765,08
Calcário Agrícola (t)	893.815	32.918.077,58	1.785.463	65.780.842,73
Gipsita (t)	3.745	32.282,50	3.838	32.623,00
Rocha Fosfática (t)	35.634	7.080.277,98	55.409	10.734.480,43
Quartzo (t)	448	93.180,50	nc	nc
SUBSTÂNCIAS MINERAIS METALÍFERAS	Prod. Comercializada	VALOR (R\$)	Prod. comercializada	VALOR (R\$)
Minério de Manganês (t)	----	----	236	30.745,00
Ouro (Kg)	2,9	174.000,00	4,2	375.260,00
Minério de Ferro (t)	----	----	332.304	31.873.148,48
GEMAS	Prod. comercializada	VALOR (R\$)	Prod. comercializada	VALOR (R\$)
Granada (t)	35	617.400,00	48.000	794.300,00
VALOR TOTAL	----	95.044.684,59	---	159.799.223,05

Fonte: Relatórios Anuais de Lavra- RALs (Exercícios 2011 e 2012, ano base 2010 e 2011) - DNPM/TO.

A Tabela 3 apresenta o incremento dos valores de Cfem, referentes a toda produção mineral no período de 2006 a 2011. O maior crescimento em 2009 deveu-se a atuação do DNPM na fiscalização da Cfem e cobrança de valores não pagos de anos anteriores.

Tabela 3 – Evolução da Compensação financeira pela exploração de recursos minerais (Cfem), no Estado do Tocantins

ANO	Cfem
2006	230.683,40
2007	207.872,04
2008	291.177,30
2009	758.515,21
2010	1.328.649,03
2011	1.738.387,71

Fonte: Relatórios Anuais de Lavra- RALs (Exercício 2011, ano base 2010) - DNPM/TO

O futuro da mineração em Bandeirantes do Tocantins não deve ser projetado apenas olhando a mineração de calcário. Os mapas de situação dos processos minerários e geodomínios de Bandeirantes do Tocantins (ANEXO D e ANEXO E) mostra o interesse, mesmo que especulativo, do segmento mineral cobrindo grande parte do município com requerimentos e autorizações de pesquisa mineral e requerimentos de lavra. É admissível que as áreas de autorizações de lavra sejam menores, e restritas a áreas de reserva mineral, onde os investimentos viabiliza o empreendimento mineiro.

4.2 A mineração de calcário em bandeirantes do Tocantins

A mineração em Bandeirantes do Tocantins baseia-se na exploração de calcário dolomítico e agregados para construção civil (brita). O município possui atualmente, cerca de 4 (quatro) mineradoras instaladas em seu território, abrangendo empreendimentos de pequeno a grande porte.

As empresas Djalma M. Lima, que explora argila para produção de telhas e tijolos, e a Mineradora Bandeirantes Ltda., que explora agregados para construção civil (brita) são empresas (pequenas ou médias) que atendem a demandas do município de Bandeirantes do Tocantins e cidades próximas.

De maior porte é a mineração de calcário, com destaque à mineradora Caltins

Ltda. - Calcário Tocantins Ltda., do Grupo J.Demito, que explora a mina denominada Corgão, em atividade desde 2000. O Grupo J.Demito possui também uma segunda empresa mineradora no município, em operação recentemente (Julho/2014), denominada Supercal, que explora a mina localizada na Fazenda Ipanema I em fase inicial de operação.

Como abordado anteriormente, os mapas de situação dos processos minerários e geodomínios de Bandeirantes do Tocantins (ANEXO D e ANEXO E), apresenta informações, as quais denotam o grande interesse no subsolo do município. O que configura também na restrição de áreas, mediante as concessões autorizadas. Dentre as substâncias, objetos das solicitações, têm-se agregados para a construção civil (brita), caulim, minério de chumbo, ouro, calcário dolomítico e calcítico, níquel, e minério de ferro.

A mina Corgão pode ser classificada no ranking brasileiro com uma mina de grande porte (G1), produziu em 2012 de 1.099.365,29 t de calcário, tanto como corretivo de solo para a agricultura e brita para a construção civil (Figura 19 – Quadro de classificação das minas segundo Run Of Mine- ROM). Apresenta também alto índice de produtividade, alcançando 37,54 t. ROM/homem-hora na lavra, e 16,75 t/homem-hora no beneficiamento. A menor produtividade na etapa de industrialização do bem mineral é resultado da maior complexidade de etapas unitárias de processamento mineral, exigindo maior emprego da mão de obra.

Figura 19- Quadro de classificação das minas segundo Run Of Mine- ROM³

Porte das minas	Classes	Maior que	Menor ou igual a
Grandes	G2	3.000.000	-
	G1	1.000.000	3.000.000
Médias	M4	500.000	1.000.000
	M3	300.000	500.000
	M2	150.000	300.000
	M1	100.000	150.000
Pequenas	P3	50.000	100.000
	P2	20.000	50.000
	P1	10.000	20.000

Fonte: MINÉRIOS & MINERALES (edições 365, 357, 355, 345 e 335), 2014.

³ A produção Bruta do Minério (ROM) é a quantidade de minério bruto produzido no ano, obtido diretamente da mina, sem sofrer qualquer tipo de beneficiamento.

A 9ª edição das “200 Maiores Minas Brasileiras” da revista Minérios & Minerales (2013), traz o município de Bandeirantes do Tocantins na 93ª posição no ranking de produção anual ROM (ano base 2012), destacando a mina de calcário denominada Corgão, de propriedade da mineradora Caltins Ltda.

O total de investimentos realizados na mina Corgão (equipamentos, veículos e etc.), em 2013, foi de R\$ 2.299.744,00, o que deu a Caltins Ltda. a 51ª posição, num ranking de 82 empresas. Analisado o mesmo quesito (total de investimentos) quanto ao segmento de exploração de calcário, a Caltins Ltda., configura como a terceira maior empresa em investimento do segmento, num total de 10 empresas, cuja a produção final, prevista para 2015, é estimada em 1.250.000,00 t.

Observando as Figuras 20, 21 e 22, de uma breve série histórica da mina do Corgão da Caltins Ltda. de produção e investimento no cenário nacional, constata-se que a mina alcançou em 2012 e 2013, com a produção de aproximadamente 1.100.000 t/ano, um limite de capacidade, considerando sua previsão máxima em 1.300.000 t/ano. Sua participação no setor de produção de calcário se mantém em uma posição estável. Já os investimentos mostram mais clara a política da empresa de investimento, nos anos de 2010 e 2011, na qualificação de sua operação, o que acarretou o crescimento observado em 2012 e 2013, e uma acomodação de dimensão a partir de então. Segundo a revista do total de R\$ 12.137.000,00 investidos em 2013, R\$ 9.975.000,00 foram destinados à operação existente e o restante em novos projetos.

Figura 20- Quadro de colocação da mina Corgão no Ranking entre as 200 maiores minas brasileiras, quanto a produção anual (ano base 2010 a 2013).

Ranking geral por produção anual em toneladas (ROM)		
Ano	Posição	Produção bruta do minério- ROM (t)
2013	97	1.088.244,40
2012	93	1.099.364,29
2011	108	939.435
2010	125	650.935

Fonte: MINÉRIOS & MINERALES (edições 365, 357, 355, 345 e 335), 2014.

Figura 21- Quadro de colocação da mina Corgão no Ranking entre as 200 maiores minas brasileiras, quanto a produção de calcário (ano base 2010 a 2013).

Ranking por substância (calcário)		
Ano	Posição	Produção bruta do minério- ROM (t)
2013	20	1.088.244,40
2012	20	1.099.364,29
2011	19	939.435
2010	22	650.935

Fonte: MINÉRIOS & MINERALES (edições 365, 357, 355, 345 e 335), 2014

Figura 22- Quadro de colocação da mina Corgão no Ranking das 200 maiores minas brasileiras, quanto ao total de investimentos realizados (ano base 2010 a 2013).

Ranking investimento total- Total de investimentos realizados		
Ano	Posição	Produção bruta do minério- ROM (t)
2013	51	2.299.744,00
2012	37	5.500.000,00
2011	nca	nca
2010	44	10.278.000,00
nca- não configurou, neste ano, entre as 200 maiores minas brasileiras- ranking investimento total.		

Fonte: MINÉRIOS & MINERALES (edições 365, 357, 355, 345 e 335), 2014

Este cenário indica que a mina atinge sua maturidade e talvez seu ponto ideal de produção, reserva e produção de riqueza (lucratividade). O estágio de equilíbrio de um empreendimento mineiro é um momento importante para revisar o planejamento de fechamento da mina, e se não o tiver, de fazê-lo. O conhecimento e domínio da atividade de mineração pode ser um facilitador e estímulo na revisão ou realização destes planejamentos.

4.3 Caracterização socioeconômica de Bandeirantes do Tocantins

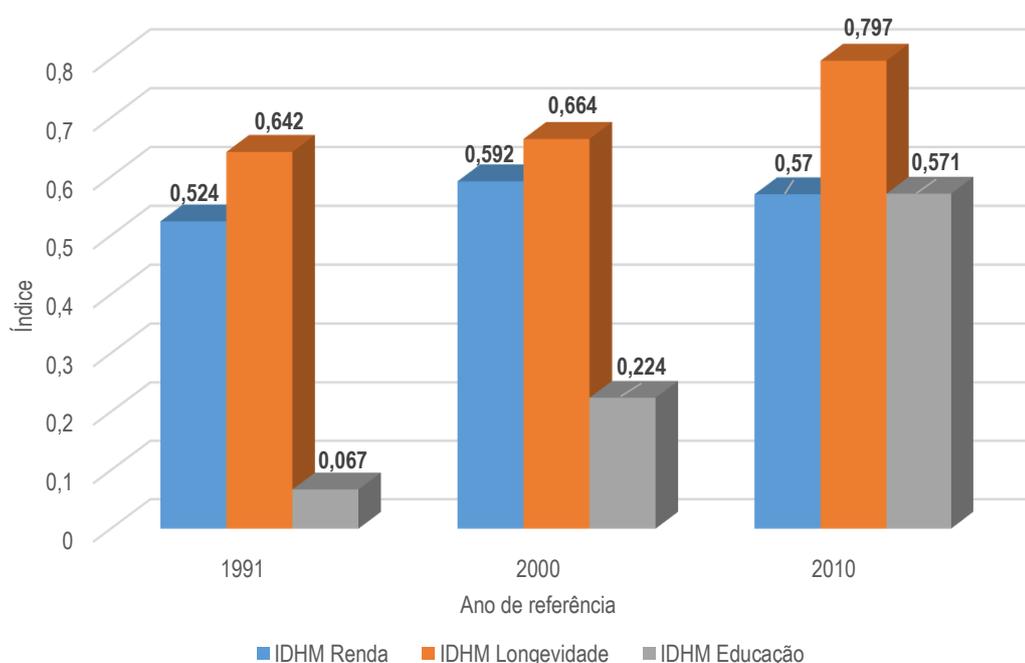
Conhecido o porte econômico da mineração de calcário em Bandeirantes do Tocantins adiciona-se ao cenário do meio antrópico outros dados de geografia econômica. Escolheu-se: o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH, a distribuição demográfica, o Produto Interno Bruto – PIB, e o Valor Adicionado Bruto - VAB e Índica de Participação Municipal para caracterizar o município quanto ao aspecto socioeconômico.

4.3.1 O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Bandeirantes do Tocantins

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, em 2010, foi 0,638, configurando um desenvolvimento humano médio, ocupando a 71ª posição no ranking estadual e a 3333ª posição no ranking nacional. Possui uma população economicamente ativa de cerca de 42,3%. A renda per capita média de Bandeirantes do Tocantins no período recente, de 1991 a 2010, teve um crescimento de 33%, alcançando em 2010 o valor de R\$ 278,00. (PNUD, 2014).

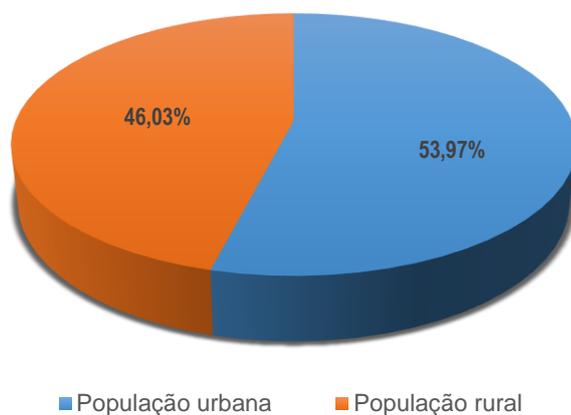
A condição socioeconômica de Bandeirantes do Tocantins pode ser identificada observando o comportamento do IDH e distribuição da população residente na cidade e zona rural. A evolução do IDH, as Figuras 23 e 24 apresentam uma tendência média de crescimento pouco expressiva, com flutuação no IDH da renda, mas importante crescimento nos aspectos longevidade e educação, indicando uma melhor base de capacidade em saúde e educação para responder a ações de desenvolvimento. A distribuição da população está equilibrada e o conhecimento local, mostra que os IDH também são compartilhados.

Figura 23 – Evolução dos componentes do IDH (1991-2010) de Bandeirantes do Tocantins - TO



Fonte: PNUD (2014).

Figura 24 – População residente (2010) de Bandeirantes do Tocantins - TO

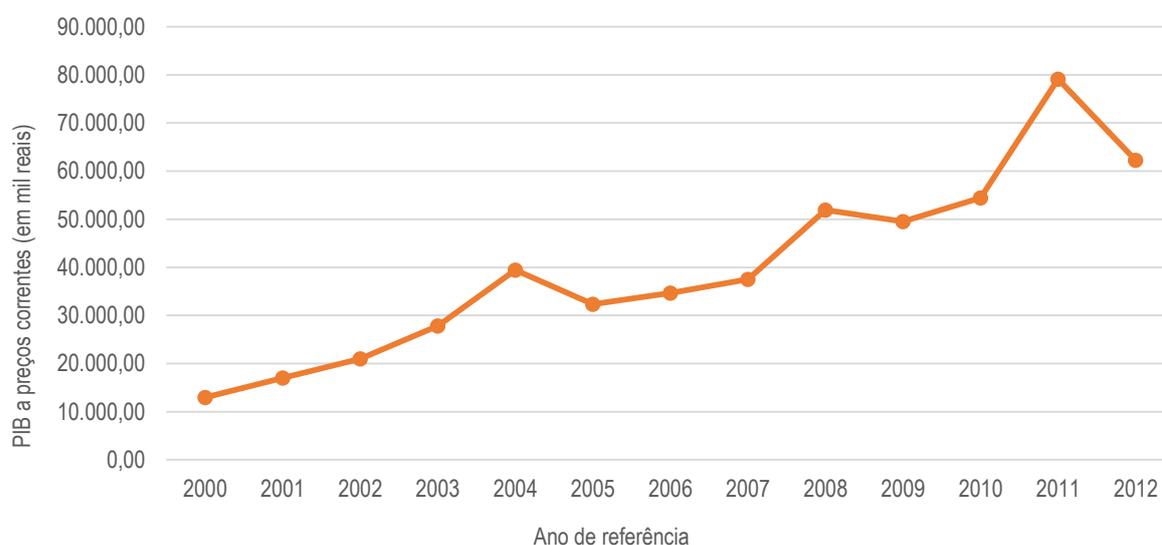


Fonte: PNUD (on-line, 2014).

4.3.2 O Produto Interno Bruto (PIB) e Valor Adicionado Bruto (VAB) de Bandeirantes do Tocantins

A evolução e atual estágio de desenvolvimento econômico de Bandeirantes do Tocantins é refletido pelo seu PIB municipal, tendo um crescimento, de aproximadamente oito vezes, no período de 2001 a 2011, e um recuo de cerca de 21,37% em relação ao ano de 2011 (Figura 25).

Figura 25 – Evolução do PIB do município de Bandeirantes do Tocantins, no período de 2000 a 2012.

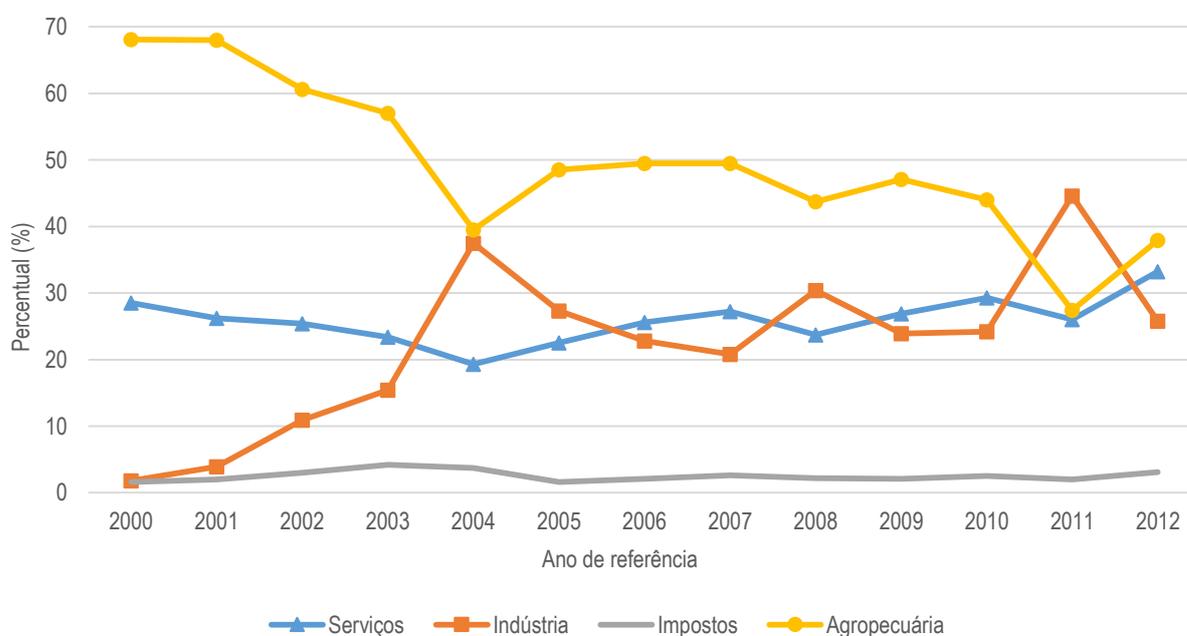


Fonte: IBGE (2014) e Ministério da Saúde (2014).

A elevação da tendência de crescimento no PIB municipal em 2011 coincide com o crescimento da mineração de calcário, contudo, no ano de 2012, devido aos reflexos da crise financeira internacional, provocando a queda nas cotações de milho e soja, houve uma redução drástica na aquisição de insumos agrícolas, entre eles o calcário agrícola.

Analisando a participação dos diferentes setores econômicos no PIB municipal (Figura 26), observa-se o crescimento do setor industrial, que em de 2011 alcançou 44,6% da composição do PIB municipal, capitaneado pela mineração, ultrapassando o setor agropecuário, o qual apresenta decréscimo tanto na participação do PIB, como no Valor Adicionado Bruto- VAB (Figura 27). Outro ponto observado, diz respeito ao setor de serviços, que acompanhou o crescimento da indústria minerária local, apesar de um pequeno recuo no ano de 2011, recuperando-se no ano seguinte, tendo comportamento oposto da indústria mineral, que retrocedeu em 2012, cerca de 18,8% em relação ao ano de 2011.

Figura 26 – Participação dos setores da economia de Bandeirantes do Tocantins no PIB municipal (%)

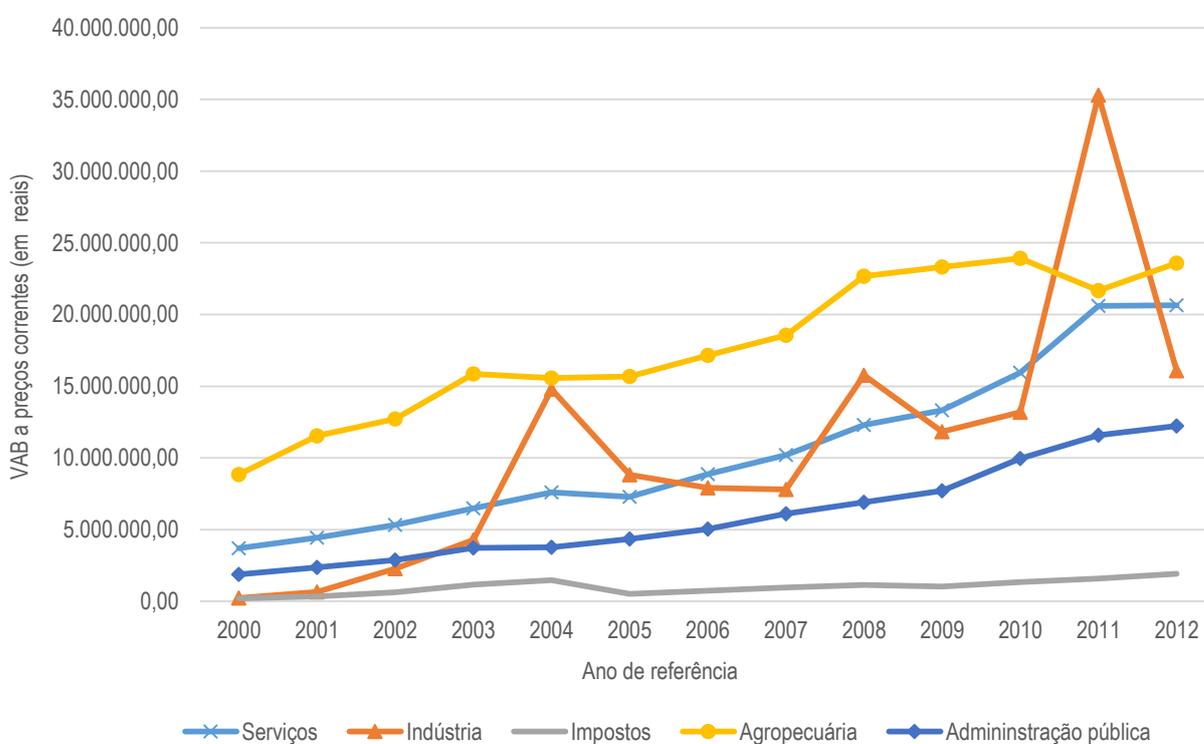


Fonte: IBGE (2014) e Ministério da Saúde (2014).

A dimensão da participação de cada setor econômico pode ser dada pelo Valor Adicionado Bruto - VAB, que representa a contribuição de cada unidade

produtora ao Produto Interno Bruto. A figura 27 mostra a evolução dos VABs, em valores expressos em reais, dos setores econômicos do município. Nota-se que no ano de 2012 em relação ao ano de 2011, houve uma redução de aproximadamente 54,44% na composição do VAB- Valor Adicionado Bruto, referente a atividade econômica industrial, e uma recuperação da atividade agropecuária, apresentando uma tendência de crescimento no VAB, acompanhando a tendência de crescimento do município, enquanto o setor mineral mostra dois momentos de grande elevação do VAB, relacionados aos momentos de investimento de ampliação das operações e produção, e de queda, no ano de 2012, quando se sente os efeitos da crise financeira internacional, que se arrasta desde 2011 (NASSIF, 2015; CHADE, 2015), impactando diretamente os preços das commodities agrícolas e minerais no mercado internacional, implicando, entre outros, na redução da aquisição de insumos agrícolas, entre eles o calcário.

Figura 27 – Evolução do Valor Adicionado Bruto- VAB por atividade econômica no PIB municipal de Bandeirantes do Tocantins (em R\$ 1.000,00)

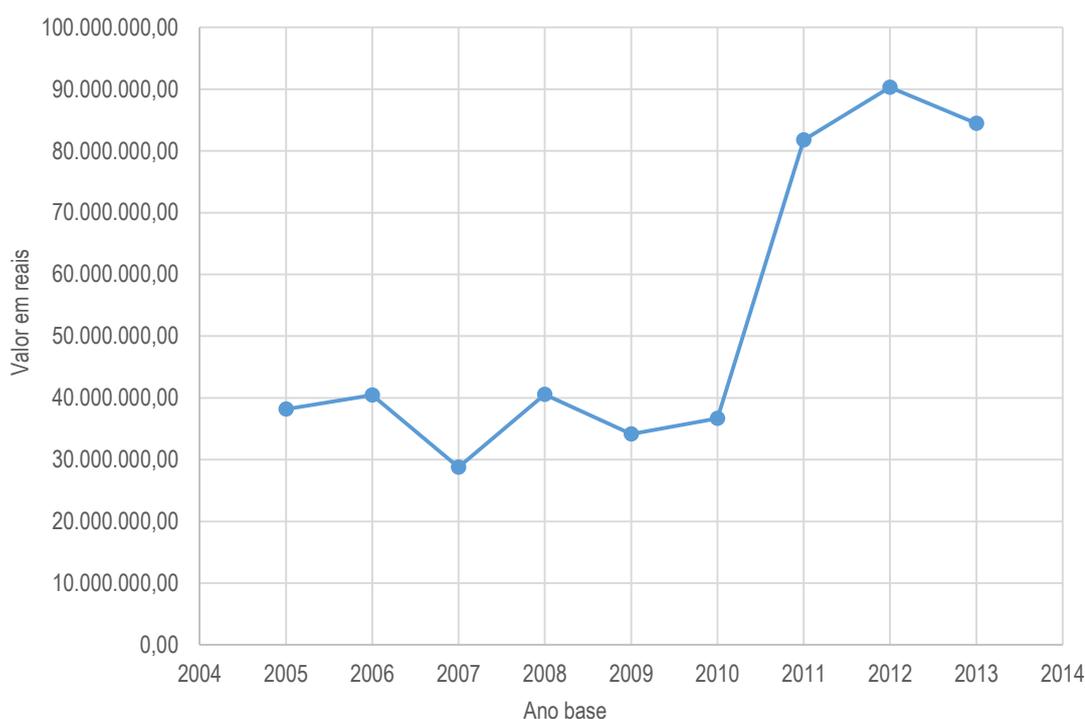


Fonte: IBGE (2014) e Ministério da Saúde (2014).

Outro indicativo econômico interessante para construir o cenário econômico

do município de Bandeirantes do Tocantins é o Índice de Participação do Município – IPM. Esse índice mostra o quanto cada município participa no rateio dos 25% do ICMS que deve ser repassado aos municípios, de acordo com a Constituição Federal. A Figura 28 mostra o crescimento do IPM, que reflete a arrecadação de ICMS, onde mostra um significativo aumento a partir de 2011, mantendo o patamar alcançado em 2012 e 2013. Estes resultados corroboram aqueles apresentados anteriormente (PIB e VAB), com informações apenas até 2011, que coincidem com o início dos investimentos em operação e aumento de produção da mina de calcário da Caltins Ltda.

Figura 28– Evolução do Índice de Participação do Município - IPM, de Bandeirantes do Tocantins (em reais)



Fonte: Estado do Tocantins/SEFAZ (2014)

A Tabela 4 permite observar a evolução e identificar os setores que mais contribuem para o IPM do município. Nos últimos três anos avaliados (2011, 2012 e 2013), o setor da indústria tem se firmado como o maior contribuinte à economia do município de Bandeirantes do Tocantins, com um valor adicionado médio anual de aproximadamente 50 milhões de reais. Chama a atenção o setor de transporte com expressivo crescimento (aproximadamente 6.702% entre 2010 e 2013) o qual está

relacionado ao transporte dos produtos de calcário.

Outros setores ligados a cadeia de insumos e serviços da mineração, que demonstraram um significativo aumento durante o período analisado, são: os setores de combustíveis, impulsionado pelo setor de transporte, o setor de energia elétrica (consumo), principal insumo no beneficiamento (cominuição) de minério, e a expansão do comércio.

Estabilizado nos últimos 3 anos, o setor tradicional da agropecuária, concentrado na pecuária, ocupa o segundo lugar no IPM do município, tendo em 2013 apresentado um valor correspondente, aproximadamente, a metade da contribuição do setor industrial (mineração).

Tabela 4 – Índice de Participação do Município - IPM de Bandeirantes do Tocantins (em reais)

Atividade	Valor Adicionado Ano-calendário								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Agricultura	44.617,00	67.780,00	3.256,48	100.267,20	12.477,57	1.116,02	19.868,98	75.105,83	199.666,8
Água canalizada	-	109.341,95	125.296,71	143.581,00	177.978,57	132.687,01	383.210,51	286.318,23	311.372,18
Auto de Infração	47.922,84	32400,16	-	-	-	-	-	-	-
CIPS*	10.455.948,63	5.952.636,06	13.450.429,39	-	-	-	-	-	-
Combustível	-	-	23.447,15	-	271.284,00	482.204,78	690.521,83	824.355,93	790.715,93
Comércio	-	-	-	700.170,29	1.007.416,51	829.002,59	1.077.253,99	1.696.881,83	935.288,89
Comunicação	163.195,68	190.159,78	194.806,60	213.956,47	224.636,23	218.077,10	384.543,24	459.847,92	403.942,82
Energia elétrica	749.614,16	749.488,88	1.151.023,64	1.465.533,77	1.041.831,07	1.159.604,34	1.505.518,82	2.109.531,51	1.868.954,2
Indústria	-	-	-	24.163.316,55	13.116.954,76	17.546.439,00	48.026.207,84	51.634.184,94	52.344.333,11
Outros	3.765,75	970,00	5.920,00	285,49	937,38	1661,64	5.508,20	8.662,58	5.302,5
Pecuária	26.721.206,55	33.337.870,14	13.794.559,00	13.647.434,06	18.228.991,44	16.307.641,63	26.179.018,37	27.481.591,41	25.723.840,3
Pesca	-	-	-	-	2.976,00	-	-	-	520,16
Prestação de serviços	-	-	-	91.418,40	60.152,19	1.697,50	139.372,65	517.004,15	196.533,57
Silvicultura/extração vegetal	-	-	-	1.176,00	-	118,93	-	-	-
Transportes	-	-	-	5.200,00	-	24.559,00	3.333.286,40	5.223.534,76	1.646.164,91
Usinas hidrelétricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VALOR TOTAL	38.186.270,61	40.440.646,97	28.748.738,97	40.532.339,23	34.145.635,72	36.704.809,54	81.744.310,83	90.317.019,09	84.426.635,37

*Comércio, Indústria e Prestação de Serviços- CIPS

Fonte: Estado do Tocantins/SEFAZ (2014)

Sem dúvida a mineração e a pecuária são os setores de maior pujança município, e capitaneiam a manutenção e crescimento econômico dos demais segmentos ligados a suas cadeias produtivas e de serviços, além de estabelecer o *modus vivendi* social de Bandeirantes do Tocantins.

Os dados apresentados dão ideia do impacto econômico da cadeia da indústria mineral na economia do município. Considerando apenas o setor da indústria e transportes, estes corresponderam, no ano de 2013, a cerca de 63,95% do valor total do IPM.

Este cenário expressa uma realidade econômica do município dependente da indústria extrativa mineral. Atentando a este cenário, é de extrema importância o planejamento e a execução de um Plano de Fechamento de Mina que possibilite o desenvolvimento econômico e social do município, num cenário pós-mineração, e que atenda aos anseios da população, bem como das medidas cabíveis à reestruturação e responsabilidade ambiental.

4.3.3 A Compensação Financeira pela Extração Mineral (Cfem) de Bandeirantes do Tocantins

Conforme já mostrado, a Caltins Ltda, apresentou um incremento de produção em 2010 e 2013 da ordem de 67,2 %, no entanto que resultou em um aumento quase quatro vezes maior referente à Cfem, como visto na Tabela 6, que apresentam os valores e comportamento de comercialização e recolhimento da Cfem no período de 2009 a 2013.

Tabela 5 – Valor referente à Cfem recolhida pela Caltins Ltda

Ano	Total da operação (R\$)	Valor Cfem (R\$)
2009	4.062.733,65	75.584,43
2010	8.530.676,97	161.071,67
2011	8.530.676,97	161.071,67
2012	10.654.500,71	199.861,52
2013	31.171.595,76	613.446,50

Fonte: DMNPM/ DIPAR (2014)

Correlacionando os dados da Figura 21 (produção de calcário) e da Tabela 5, nota-se que o aumento da produção não acompanha o comportamento de

recolhimento da Cfem, que sofreu em 2013 um aumento vertiginoso, três vezes maior que o de 2012 (Figura 29). Este aumento de recolhimento maior do que a produção, pode ser atribuído ao incremento no preço do calcário, mas principalmente por algum ajuste e correção no cálculo da Cfem devida. No período, a partir de 2009, o DNPM intensifica seus esforços de fiscalização e cobrança desta compensação financeira às empresas de mineração.



Fonte: DNPM/DIPAR (2014)

Neste período a administração municipal passa a ter consciência da importância do ingresso direto da CFEM, como recursos financeiros na gestão municipal. Apenas restringida aos gastos com pessoal, as prefeituras podem utilizar a Cfem conforme suas necessidades de atendimento e serviço público.

Em Bandeirantes do Tocantins a Caltins Ltda. é a empresa sob a qual a prefeitura zela para receber a CFEM devida, o qual se constitui ingresso substancial de recursos.

Segundo o Portal da Transparência de Bandeirantes do Tocantins (CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO, 2014), a Cfem configura-se como a terceira fonte de captação de recursos do município junto à União.

A Cfem, por ser um recurso que dispensa burocracias que garantam o seu repasse à prefeitura e pela regularidade de produção, torna-se um ingresso de disponibilidade e atendimento a despesas correntes da prefeitura. Nem por isso perde seu caráter compensatório a sociedade.

Segundo a Secretaria Municipal de Administração é empregada na manutenção de estradas vicinais e em projetos de saúde, apesar de não haver uma política específica de aplicação deste recurso. Há manifestação de comunidades e ações políticas no sentido de dar destinação a Cfem, como por exemplo, na gestão ambiental, todavia, em regiões de mineração, com grande movimentação de cargas por estradas e rodovias, como é o caso de calcário agrícola em Bandeirantes do Tocantins, o uso dado é apropriado, sendo de interesse social e ambiental e do próprio segmento industrial.

4.3.4 Mão-de-obra empregada

Os dados da mão-de-obra empregada na indústria minerária de Bandeirantes do Tocantins, dizem respeito a mina Corgão de propriedade da Caltins Ltda. Segundo a revista *Minérios & Minerales* (2013) (Figura 30), a mão de obra empregada na Caltins Ltda consistia, no ano de 2012, em 118 funcionários próprios, sendo que, segundo informações do setor administrativo da Caltins Ltda., cerca de 80% dessa mão de obra é oriunda de Bandeirantes do Tocantins e municípios vizinhos (Arapoema, Bernardo Sayão, Nova Olinda e Araguaína).

Figura 30- Quadro de mão de obra empregada na Caltins Ltda.

Funcionários	Lavra	Beneficiamento	Administrativo	Outros	Total
Próprios	19	41	12	46	118
Terceirizados	44	-	-	8	52

Fonte: Revista *Minérios & Minerales* (2014).

Segundo a Diretoria Municipal de Finanças de Bandeirantes do Tocantins, atualmente a Caltins Ltda é a maior empregadora do município.

Utilizando-se do efeito multiplicador da geração de empregos da mineração, fator 1:13 (IBRAM, 2013), estimando a criação de cerca de 13 novos postos de serviços para cada posto de trabalho da mina Corgão, e considerando a mão de obra total da Caltins Ltda (funcionários próprios e terceirizados), têm-se a previsão da criação de cerca de 2.210 novos postos de trabalho na cadeia produtiva (transporte, prestação de serviços e comércio), sendo que estes números não se restringe a criação de novos postos de trabalho apenas no município de Bandeirantes do

Tocantins, mas em toda a região.

Analisando os dados apresentados no item 4.3.2, que dizem respeito ao Produto Interno Bruto (PIB) de Bandeirantes do Tocantins, cujo o crescimento da cadeia da indústria extrativa tem se refletido no Índice de Participação do Município (IPM), por conseguinte, a geração de tributos como Cfem, ICMS e ISSQN entre outros, o cenário se torna propício à abertura de novos postos de trabalho e à geração de renda, podendo favorecer a ocorrência de processos migratórios, bem como migração de mão de obra de setores primários como a agricultura e pecuária. Consequentemente, este panorama acarreta o aumento da demanda por serviços essenciais como infraestrutura, educação, saúde e segurança, exigindo melhor forma de investimentos dos tributos decorrentes da cadeia minerária, especificamente a Cfem, bem como da necessidade de participação do poder público e comunidade local quanto ao processo de planejamento e execução do plano de fechamento de mina.

4.4 Componente natural e a mineração em Bandeirantes do Tocantins

A partir da leitura da documentação de mapas e informações fisiográficas, a maioria de cunho regional, as quais tiveram o recorte do município de Bandeirantes do Tocantins, será avaliada a condição ambiental da mina do Corgão de forma a estabelecer paralelos entre os componentes naturais e os impactos ambientais decorrentes da mineração.

O comentário e entendimento sobre a componente natural deste município será discutido em duas etapas: a primeira reúne as informações cartográficas ao levantamento realizado na mina do Corgão, e na segunda discute os impactos ambientais da atividade de mineração nesta mina.

A investigação dos aspectos ambientais da Indústria minerária de Bandeirantes do Tocantins foca a mina Corgão, mas sem desconsiderar o cenário ou sistema ambiental em que está inserida.

4.4.1 O Sistema natural de Bandeirantes do Tocantins

O município de Bandeirantes do Tocantins apresenta características peculiares determinadas pelo seu contexto fitoecológicos, estando localizada na região de transição do bioma cerrado ao bioma amazônico, com predominância

original da ocorrência de florestas de mata densa (SEPLAN/TO, 2013).

Contudo, dada a exploração comercial da madeira, na década de 60, e a posterior estabelecimento de pastagens para a criação de gado de corte, houve a supressão das florestas. Atualmente as áreas de florestas remanescentes encontram-se restritas as áreas destinadas ao cumprimento da Legislação Ambiental vigente (Áreas de Reserva Legal) e áreas ínvias para a atividade rural como às margens de corpos d'água e encostas de morros, as quais configuram também Áreas de Preservação Permanente- APPs. A mina do Corgão, conforme indica o Mapa de Uso do solo do município de Bandeirantes do Tocantins (ANEXO F), localiza-se em zona de uso do solo destinado a agropecuária.

As Figuras 31 e 32 apresentam as áreas do entorno da mina Corgão (Caltins Ltda.), ao centro a mina Corgão (destacando-se o material particulado em suspensão), acima o contorno da Área de Preservação Permanente do Rio Jenipapo e seus afluentes, na parte inferior têm-se a via de acesso à rodovia TO-230, e num plano mais aberto, observa-se o uso do solo das áreas do entorno da Caltins Ltda., a quais são destinadas à atividade agropecuária e cumprimento da legislação ambiental vigente (Área de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente- APP).

Figura 31- Área do entorno da mina Corgão (Caltins Ltda.)



Fonte: TOCANTINS/ SEMADES, 2015.

A Figura 32 apresenta, em uma escala menor, a área da mina Corgão e seu entorno, com destaque, ao centro, às áreas de cava e setor produtivo, e a via de acesso que liga a mina Corgão a rodovia TO-230. Quanto as características topográficas locais, a área da mina Corgão apresenta topografia plana, conforme os mapas de declividade e alturas do município de Bandeirantes do Tocantins, (ANEXO G e ANEXO H), cuja drenagem local incidente se dá no sentido noroeste (NW). A pedologia local é caracterizada pela ocorrência de Latossolo vermelho-amarelo (ANEXO I), textura média, com ocorrência de cascalho (textura média cascalhenta) no horizonte superficial da área de cava, aferindo a região erodibilidade potencial do solo de moderada a forte (ANEXO J).

Figura 32- Área do entorno da mina Corgão (Caltins Ltda.)



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

A substituição da vegetação primária por pastagens, acarreta uma maior

exposição do solo, que combinada as condições climáticas locais, cuja precipitação média anual local gira em torno de 1800 mm (SEPLAN/ TO, 2013), concentrada em um período de quatro meses, onde há ocorrência de eventos de grande precipitação em um curto período de tempo, e mediante as características pedológicas e erodibilidade potencial dos solos, são fatores que favorecem a instalação de processos erosivos, podendo estes serem potencializados mediante práticas utilizadas na mineração de superfície, tais como interferência no sistema natural de drenagem, mediante o uso de áreas para deposição de material estéril e rejeitos, construção de vias de acesso sem o uso de sistema de drenagem pluvial, e descarte de efluentes da área de cava, através de bombeamento, sem o auxílio de medidas de redução da energia cinética do efluente, ocasionando assim o carreamento de solo.

Figura 33- Estrutura instalada entre a área de cava e o Rio Jenipapo (Caltins Ltda.)



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

A Figura 33 apresenta parte das estruturas instaladas entre a área de cava e o Rio Jenipapo. Entre a área de cava e a o Rio Jenipapo encontra-se instalada uma

via de acesso utilizada para o transporte de rochas, onde em alguns pontos, o aterro atinge uma altura aproximada de 15 m. Analisando a imagem é possível observar pontos de acúmulo de águas pluviais e carreamento de solo.

A Figura 34 traz uma visão da cava oeste, com a ocorrência de pontos de acúmulo da água pluvial, plano inferior central, e o canal de drenagem aberto pela força da água, margeando a via de acesso. No plano superior observa-se pontos de acúmulo de água pluvial, como apresentado na Figura 34, bem como a ocorrência de pontos de carreamento de solo da encosta do aterro da via de acesso.

Figura 34- Ocorrências observadas na área da cava da mina Corgão (Caltins Ltda.)



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

A Figura 35 apresenta no plano superior direito a área utilizada para disposição de material estéril e rejeitos, e o ponto de bombeamento e descarga de efluente da área de cava.

Figura 35- Uso das proximidades da área de cava da mina Corgão (Caltins Ltda.)



Legenda: 1- Pilha de material estéril e rejeitos; 2- Ocorrência de carreamento de solo da pilha de material estéril e rejeitos.

Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

Quanto a componente hidrográfica (ANEXO G), o município de Bandeirantes do Tocantins apresenta malha hídrica densa, pertencente às sub-bacias do Rio Jenipapo e Rio das Cunhãs, bacia hidrográfica do Rio Araguaia. A mina Corgão está localizada na sub-bacia do Rio Jenipapo, bacia do Rio Araguaia, porção norte do município de Bandeirantes do Tocantins, na divisa com o município de Pau D'Arco. O fluxo do rio Jenipapo se dá no sentido nordeste a sudoeste (Figura 36), desembocando no rio Araguaia, a montante da cidade de Pau D'Arco.

O rio Jenipapo caracteriza-se por um corpo hídrico médio, de águas corrente e leito rochoso (nas proximidades da Caltins Ltda.), com aproximadamente 143,93 km de extensão (da nascente ao rio Araguaia), utilizado, pelas comunidades locais e turistas, à prática de pesca esportiva e artesanal (comercial e subsistência) (SEPLAN/TO, 2013).

As características climáticas locais, dizem respeito a um clima úmido com moderada deficiência hídrica (B12A'a'), com um inverno seco (período de estiagem), e um verão chuvoso. A região apresenta uma evapotranspiração potencial com uma variação média anual entre 1.400 e 1.700 mm (SEPLAN/ TO, 2013). Quanto ao regime de ventos, a região apresenta uma velocidade média anual de ventos, a uma altura de 50m, em torno de 5,5 m/s, com predominância de ventos leste (E) e sudeste (SE) (Figura 37), sendo entre os meses de junho a agosto (período de estiagem) os períodos de maior incidência e velocidade dos ventos (AMARANTE, 2015).

Figura 36- Sentido de fluxo do Rio Jenipapo (Caltins Ltda.)



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

Figura 37– Predominância dos ventos na região da mina Corgão, Bandeirantes do Tocantins- TO.



Fonte: TOCANTINS/ SEMADES, 2015; AMARANTE, 2015.

A diversidade geológica é outra peculiaridade de Bandeirantes do Tocantins (ANEXO K). Este condicionamento geológico (CPRM, 2014; SEPLAN/TO, 2013) justifica a quantidade significativa de solicitações de pesquisas minerais, concessões de lavra e de licenciamento, junto ao DNPM, onerando com estes títulos minerais mais de 50% do território municipal.

Durante as visitas a mina Corgão pode-se observar em campo a diversidade geológica (litologia) aferida a esta região. A figura abaixo (Figura 38), apresenta o perfil do solo exposto na área de cava da mina Corgão, identificando-se 3 (três) camadas distintas, onde observa-se a camada superficial (em vermelho), que foi considerada até a profundidade média de 1,6 m, em amarelo a área de ocorrência de xisto (rocha metamórfica), setor noroeste da cava oeste (Figura 39), com uma espessura aproximada de 15 m, que se sobrepõe sobre a rocha calcária (rocha sedimentar) em branco, que é objeto de exploração da mina. Observou-se ainda, em alguns pontos, entre a cama superficial e a ocorrência de xisto, a presença do material denominado “argila escura”. Conforme relatado pelos colaboradores da mina, a argila escura é retirada da área da cava junto com os demais materiais caracterizados por material estéril, e armazenados nas pilhas de material estéril e rejeitos.

Figura 38 - Vista do perfil do solo no interior da área de lavra (cava).



Fonte: Autoria própria, 2013

Figura 39 – Divisão da área de cava da mina Corgão.



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

4.4.2.1 Geração de poeira

A geração de poeira na mina Corgão diz respeito ao desmonte de rochas, circulação de máquinas e veículos (leves e pesados), beneficiamento da rocha calcária, e operações de descarte de material estéril e rejeitos.

A planta de beneficiamento da mina Corgão possui capacidade de produção de 1,4 milhões de toneladas por ano, tendo uma produção anual de 800 mil toneladas (Grupo J. Demito, 2015). O sistema de beneficiamento do minério dispõe duas linhas de produção (Figura 40), que compreendem quatro (4) etapas: britagem, classificação, moagem e estocagem. A Figura 40 traz a disposição do sistema produtivo, onde o processo tem início com o despejo de rochas na caçamba de recepção da linha (1); seguindo, através do transporte por esteiras, à britagem primária; em seguida ao peneiramento (classificação) (2); posteriormente a moagem (3), estocagem (4) e carregamento, onde o produto é despachado ao consumidor final (5).

Figura 40 – Divisão da área de cava da mina Corgão.



Legenda: 1- Linha de produção; 2- Britagem primária/classificação; 3- Moagem; 4- Estocagem; 5- Carregamento; 6- Veículos aguardando carregamento.

Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

As Figuras 41, 42 e 43 trazem o início do processo de beneficiamento da rocha calcária, com o despejo da rocha na caçamba que irá direcioná-la, mediante o uso de esteiras, à britagem primária. A Figura 42 apresenta o descarregamento da rocha na linha 1, e em segundo plano, observa-se a entrada da linha 2.

Figura 41 – Entrada de material na linha de beneficiamento (linha 1).



Fonte: Autoria própria, 2013.

A Figura 42 apresenta, em primeiro plano, a disposição da rocha calcária no início da linha 1, e ao fundo, apresenta-se a esteira de transporte de rocha, e o galpão de armazenamento temporário. Na Figura 43 têm-se uma visão de um ângulo frontal, inverso ao da Figura 42, do início da linha 1. Nesta figura observa-se ao fundo a caçamba de disposição da rocha calcária, mais abaixo no alto da escada, dois colaboradores da empresa, aferindo o funcionamento da esteira e supervisionando o transporte da rocha ao britador que se encontra em primeiro plano, no alto a esquerda. Estes colaboradores se utilizam de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), que consiste em abafadores auriculares, capacete e botas. Não contam com o uso de máscaras respiratórias.

Figura 42 – Entrada de material na linha de beneficiamento (linha 1).



Fonte: Autoria própria, 2013

Figura 43 – Linha de beneficiamento da mina Corgão (linha 1).



Fonte: Autoria própria, 2013

O processo industrial de beneficiamento da rocha calcária opera a seco.

Inicia-se com a britagem primária da rocha, e em seguida o produto é submetida ao processo de peneiramento (classificação/ rejeição). Posteriormente o produto é submetido a uma nova britagem (secundária), e por fim, a moagem, que resulta no produto final e, por conseguinte, despacho do produto (carregamento/transporte).

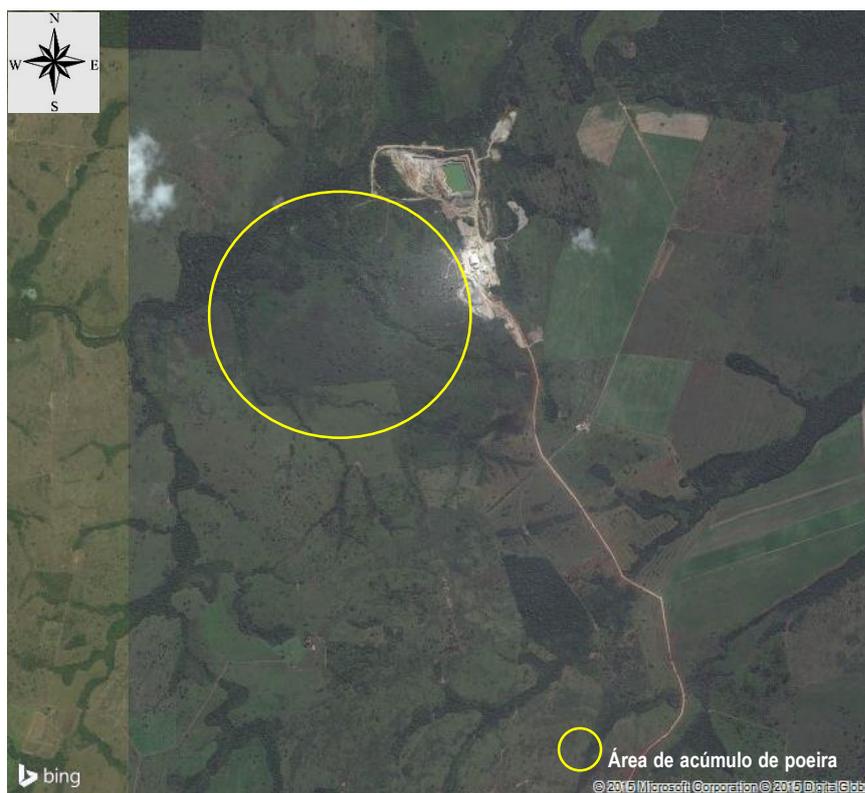
Apesar da informação de que a unidade se utilizava de um sistema de umedecimento para mitigar a emissão de poeira, durante a visita ao sistema de beneficiamento esta medida não foi constatada.

O beneficiamento da rocha calcária, e o carregamento do produto final, são os responsáveis por maior parte da geração de material particulado em suspensão (poeira) na mina Corgão. A demanda pelo calcário agrícola, concentrada entre os meses de julho a novembro, ditam o ritmo de produção da mina, cujas atividades concentram-se entre os meses de março a novembro, coincidindo com o período de baixa pluviosidade, fim do período chuvoso e início do período de estiagem, caracterizado pela baixa umidade e condições climáticas locais que favorecem a maior incidência de ventos de maior velocidade, conseqüentemente, propiciando maior propagação do material particulado em suspensão.

As Figuras 44 e 45 apresentam a dinâmica de propagação do material particulado em suspensão, decorrente do sistema produtivo da mina Corgão, em razão da ocorrência de ventos. Esta propagação se dá conforme a incidência dos ventos, apresentada na Figura 37. Nas figuras (Figuras 44 e 45) observa-se a deposição de calcário na área ao sudoeste do sistema produtivo. Esta deposição consiste de partículas mais pesadas, de maior granulometria, que percorrem menor distância. Contudo, partículas menores podem ter alcance maior, e depositar-se a quilômetros de seu ponto de origem.

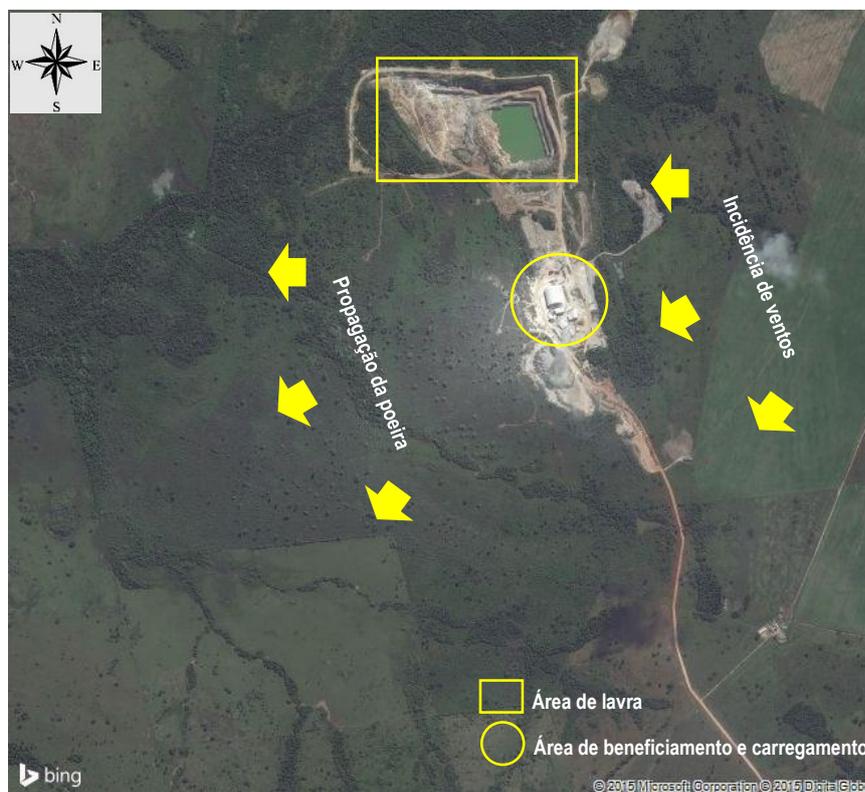
Quanto a quantidade de poeira gerada durante todo o processo de beneficiamento da rocha calcária (produto final e carregamento), segundo Nascente (2015), esta é estimada em cerca de 2%, ou seja, para cada tonelada de produto beneficiado, são gerados cerca de 20 kg de poeira ou 0,02 toneladas (t). Desta forma, tendo a mina Corgão uma produção anual de 800 mil toneladas, estima-se que a geração anual de poeira seja de aproximadamente 16 mil t/ano, ou cerca de 43,83 t/dia de poeira.

Figura 44 – Deposição da poeira produzida na Caltins.



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

Figura 45 – Propagação da poeira produzida na Caltins.



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

Outro ponto importante observado que diz respeito a produção de poeira, consiste na deposição de rejeitos nas proximidades da área do sistema produtivo, e também próximo a entrada de veículos pesados utilizados no transporte do produto beneficiado ao consumidor final, bem como da área administrativa e do restaurante que presta serviços aos colaboradores da Caltins e ao público em geral. A Figura 46 apresenta a disposição da pilha de rejeitos, foco de produção de poeira, em relação ao setor produtivo, a área administrativa e ao restaurante, bem como apresenta, a esquerda, remanescentes da flora local cobertos com a poeira carregada pelos ventos. As condições climáticas locais, a altura da pilha de rejeitos e a inexistência de sistemas de quebra-ventos eficientes, propiciam a propagação da poeira, podendo afetar a saúde dos frequentadores da Caltins, uma vez que o uso de Equipamentos de Proteção Individuais- EPIs, restringe-se aos colaboradores e/ou visitantes que ingressam na área do sistema produtivo (beneficiamento). Apesar da existência de um pequeno bosque, que circunda a área administrativa (a direita), este não exerce a função de quebra-vento devido sua extensão e ao porte das espécies existentes.

Figura 46 – Deposição da poeira produzida na Caltins.



Legenda: 1- Pilha de rejeitos; 2- Área administrativa; 3- Portaria.

Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

As figuras a seguir correspondem a área de beneficiamento da rocha calcária e carregamento do produto final, onde observa-se a propagação de material particulado em suspensão.

A Figura 47, apresenta em primeiro plano a carcaça de um britador que compunha o processo de beneficiamento da rocha calcária, e a deposição da poeira em um arbusto (mamona), na carcaça e no solo. Ao fundo observa-se as esteiras de transporte do produto beneficiado, e em meio a poeira, uma silhueta laranja, que se trata de um colaborador da empresa executando serviços de limpeza da esteira. A figura 48 apresenta o mesmo ângulo da Figura 47, porém com destaque ao colaborador da empresa. Ressalta-se que este colaborador se utiliza de todos os Equipamentos Individuais de Segurança- EPIs necessários a execução do trabalho (cinto de segurança tipo paraquedista, óculos de segurança, máscara respiratória, luvas de vaqueta, botina e capacete).

Figura 47 – Material particulado em suspensão produzido durante o processo de transporte do calcário beneficiado.



Fonte: Autoria própria, 2013.

Figura 48 – Funcionário efetuando a limpeza da esteira de transporte do calcário beneficiado à área de carregamento.



Fonte: Autoria própria, 2013.

Como abordado anteriormente, as áreas de armazenagem e carregamento do produto final são as maiores emissoras de poeira do sistema produtivo da mina Corgão, considerando-se desde a limpeza da área a ser explorada ao despacho do produto final. Por se tratar de um produto comercializado em toneladas, a sua deposição e carregamento também se dá a seco, o que lhe confere maior poder de dispersão das partículas mais leves. As figuras a seguir, dizem respeito a área de armazenagem do produto final, que durante o período de obtenção das imagens encontrava-se sem cobertura, e a área de carregamento ou área de despacho do produto final, onde o calcário é embarcado nos veículos utilizados no transporte ao consumidor final.

As figuras apresentam momentos distintos na fase de carregamento do produto final, onde a Figura 49 traz o momento exato em que colaboradores inspecionam o carregamento de um veículo, onde dois (2) colaboradores ao fundo a direita (sobre o veículo), dispunha apenas do uso de capacetes por EPI. Em seguida (Figura 50), são orientados, via rádio, a deixarem o local e se utilizarem dos EPIs.

Ao centro observa-se o depósito de calcário beneficiado, e a ocorrência de poeira decorrente do processo de armazenagem, e do carregamento (ao fundo).

Figura 49 – Área de armazenagem e transporte do calcário beneficiado.



Fonte: Autoria própria, 2013.

Figura 50 – Inspeção do processo de carregamento do calcário beneficiado.



Fonte: Autoria própria, 2013.

As Figuras 51 e 52 trazem imagens da área de carregamento de veículos (despacho do produto final). Trata-se de um dos pontos de maior incidência de poeira do processo produtivo, onde se utiliza dois métodos de carregamento. A Figura 51

apresenta o carregamento manual, com o uso de uma pá carregadeira, e na Figura 52 o carregamento automático, mediante o uso de esteira.

Figura 51 – Área de carregamento do calcário beneficiado.



Fonte: Autoria própria, 2013.

Figura 52 – Área de carregamento automatizado do calcário beneficiado



Fonte: Autoria própria, 2013.

Observa-se na Figura 52, que apesar de uma placa a direita, advertindo sobre a proibição da saída do veículo durante o processo de carregamento automático, é possível observar a silhueta de uma pessoa ao lado do caminhão no alto da plataforma, onde se localiza a cabine de controle do carregamento automático, pessoa esta que não se utiliza de qualquer tipo de Equipamento de Proteção Individual (EPI).

4.4.2.2 Trafego de veículos pesados

Outro aspecto relacionado ao processo produtivo da Caltins, diz respeito ao uso de vias para escoamento da produção.

A Caltins situa-se a cerca de 8 km da rodovia estadual TO-230, distando cerca de 17 km do distrito de Brasilene, e a aproximadamente, 40 km da cidade de Bandeirantes do Tocantins.

O tráfego de veículos pesados nas rodovias da região tem impacto direto da comercialização de calcário da Caltins. Com uma comercialização média de 1.515 t/dia, considerando que a capacidade de transporte de cada veículo seja de aproximadamente 36 t, respeitado o limite de peso permitido nas rodovias federais, têm-se um tráfego médio diário de aproximadamente 42 veículos pesados na TO-230, trecho entre a Caltins e o acesso a BR-153, tendo por trajeto as áreas urbanas do distrito de Brasilene e da cidade de Bandeirantes do Tocantins.

A Figura 53 traz uma vista aérea do distrito de Brasilene, onde ao centro observa-se a rodovia TO-230, única via de escoamento da produção da Caltins, que liga a Caltins a BR-153, a qual se encontra a cerca de 48 km, conforme a placa indicativa (Figura 54), instalada as margens da BR-153, acesso à cidade de Bandeirantes do Tocantins.

Figura 53 – Vista aérea do distrito de Brasilene.



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

Figura 54– Placa indicativa instalada as margens da BR-153 (Tocantins).



Fonte: Autoria própria, 2013.

Na Figura 55 observa-se, em meio a nuvens, o núcleo urbano da cidade de Bandeirantes do Tocantins, que é cortada pela TO-230 (sentido Noroeste- Sudeste).

Figura 55– Vista da aérea da área urbana de Bandeirantes do Tocantins- TO.



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2015.

No aspecto de segurança no trânsito, não há sinalização advertindo sobre o fluxo de veículos pesados, tão pouco instrumentos de segurança que possibilitem resguardar a integridade da população local quanto ao ingresso dos veículos pesados no perímetro urbano local, onde geralmente as crianças têm que atravessar as vias para acesso as escolas e outros serviços.

Observou-se ainda a inexistência de planos de recuperação de vias (rodovias), uma vez que o excesso de peso dos veículos, em relação as rodovias estaduais, tende a danificar as vias de rolagem, provocando irregularidades, acarretando riscos de acidentes aos usuários destas vias. Outro ponto observado, diz respeito ao uso do acostamento da rodovia TO-230 como estacionamento de veículos pesados (aguardando autorização para carregamento), principalmente no distrito Brasilene e na cidade de Bandeirantes do Tocantins, sem qualquer sinalização que alerte os demais usuários da rodovia, bem como desrespeitando as normas que regem o tráfego de veículos em perímetro urbano, implicando em riscos à segurança dos usuários.

4.4.2.3 Resíduos e efluentes decorrentes do processo produtivo

Um dos pontos de maior relevância quanto a exploração mineral, diz respeito as medidas mitigadoras adotadas aos resíduos e efluentes, decorrentes da exploração e beneficiamento de minérios.

A exploração de uma substância específica tende a concentrar esforços e meios à sua obtenção, conseqüentemente, desprezando, em geral, as ocorrências minerais diversas e suas características.

No caso da mina Corgão, uma ocorrência mineral se destaca, trata-se do material denominado argila escura, cujas características instigam a uma investigação mais profunda, bem como dos seus possíveis efeitos ao meio ambiente natural, e à saúde humana.

Os itens a seguir dizem respeito as medidas adotadas pela Caltins Ltda., quanto a disposição de rejeitos e material estéril, e efluentes líquidos não domésticos.

4.4.2.3.1 Disposição de rejeitos

As visitas realizadas na área de lavra tiveram por finalidade conhecer o método de exploração de lavra, bem como suas conseqüências ao meio ambiente.

Um dos pontos observados diz respeito a deposição de rejeitos e material estéril, principalmente nas proximidades do corpo d'água (córrego Jenipapo) limítrofe a área de lavra (Figura 34). As condições de deposição deste material, as características topográficas da área, e os aspectos climáticos e meteorológicos locais, favorecem ao carreamento deste material ao corpo d'água, provocando assoreamento e carreamento de sedimentos corrente abaixo. O mesmo foi observado nas demais áreas utilizadas como depósitos de material estéril e rejeitos, onde não há qualquer medida de contenção.

Um outro fator de destaque, como abordado anteriormente, diz respeito ao material amostral extraído de uma das pilhas de material estéril e rejeitos, o qual o denominamos de argila escura. A luz do resultado da análise da argila escura (ANEXO B), cuja finalidade limitava-se a caracterização elementar deste, deparou-se com um composto de minerais cujas características implicam na necessidade de uma investigação mais profunda, mediante seu potencial impacto ambiental.

Dentre os elementos identificados pela análise laboratorial, destaca-se a

presença de cromo. Porém, como os resultados do processo analítico adotado são expressos em óxidos básicos, necessita-se da adoção de outros métodos analíticos (petrografia, difração de raios-X) ao material amostral, para determinação precisa dos elementos identificados, em especial ao cromo, no aferimento da ocorrência de valência deste elemento (cromo bivalente (+2 (Cr²⁺)), cromo trivalente (+3 (Cr³⁺)) e cromo hexavalente (+6 (Cr⁶⁺))).

Esta informação instigou a entender a procedência deste material e sua ocorrência na área da mina Corgão. Para tanto, buscou-se informações junto ao Serviço Geológico do Brasil, mediante consulta aos dados do Programa Levantamentos Geológicos Básicos- PLGB (CPRM, 2015).

Segundo a carta geológica (ANEXO K), folha Araguaína, a formação Xambioá (PM_{ex}), de característica geológica do Grupo Estrondo, que se avizinha à estrutura onde está localizada a mina Corgão, apresenta indícios geoquímicos de Cu (cobre), Ni (níquel), Co (cobalto) e Cr (cromo), podendo esta estrutura ter cedido estas características à estrutura TQ_a (cobertura arenosa), mediante o sistema natural de drenagem. Tais informações atentam a um processo natural de deposição destes elementos, mediante carreamento de sedimentos, aos cursos d'água próximos, podendo impactar diretamente a biota (ictiofauna), o que implica na necessidade de estudos para aferimentos deste processo, bem como a origem do material amostrado.

A atividade mineradora exercida pela Caltins na mina Corgão, pode potencializar o carreamento de sedimentos, uma vez que a exploração do calcário (mineração superficial) expõe ainda mais o subsolo, expondo-o a intempéries, conseqüentemente carreamento de sedimentos, mediante fraturas na rocha, e percolação entre os perfis do solo, à área mais profunda da cava (Figura 35), e, por conseguinte, bombeamento da água depositada no fundo da cava, para acesso a rocha calcária, tendo por corpo receptor o Rio Jenipapo.

É sabido que um dos maiores problemas da mineração diz respeito ao material estéril e rejeitos, sobretudo, sua destinação ou emprego. A caracterização deste material se faz necessária à sua correta destinação e/ou aproveitamento.

No caso da mina Corgão sugere-se a realização de investigações quanto a composição do material estéril e rejeitos, e sua possível utilização, por exemplo, na agropecuária, como corretivo de solo ou remineralizador, na forma de pó de rochagem, agregando valor a este material, ou mesmo, disponibilizando-o a agricultores familiares locais.

Mesmo a empresa optando pelo retorno deste material à área da cava, para promover a recuperação ambiental desta área, quando do encerramento das atividades da mina (Plano de Fechamento de Minas), a deposição em pilhas deste material se dará até o fim do período de vida útil da mina, que é estimada em 40 anos, sendo necessárias a adoção de novas áreas para descarte.

4.4.2.3.2 Efluentes líquidos

Os efluentes líquidos produzidos na mina Corgão dizem respeito a efluentes domésticos, oriundos da utilização de sanitários, e do restaurante. Estes efluente são destinados ao sistema de tratamento adotado, que consiste em fossas sépticas e sumidouros.

No sistema de beneficiamento da rocha calcária não há produção de efluentes, restringindo-se apenas a produção de rejeitos. Contudo, quanto a exploração, observou-se o acúmulo de águas pluviais na área de cava da mina Corgão, mais precisamente na cava leste. Apesar de se tratar de água acumulada, durante o processo investigativo se referiu a esta como efluente. Tal denominação se justifica mediante os pontos destacados nos itens anteriores, especialmente em relação a argila escura, e os resultados de sua análise.

O processo de acúmulo da água pluvial na cava leste pode ser observado na Figura 15, a qual apresenta a drenagem e o acúmulo de água no interior da área da cava. Com a proximidade da retomada da exploração da cava (de março a novembro), após o período chuvoso, inicia-se o processo de bombeamento das águas pluviais acumuladas no fundo da cava. Este processo é utilizando usando um conjunto de motobomba, e o efluente é direcionado ao Rio Jenipapo. Conforme informações da Caltins, não há qualquer caracterização do efluente, a qual justifica sua não necessidade, por se tratar de água da chuva. Contudo, ressalta-se que grande parte da água pluvial acumulada diz respeito a drenagem local, que em razão do processo exploratório (mudanças na topografia), por gravidade é direcionada a cava. Durante este processo de drenagem, as águas pluviais, seja por escoamento superficial ou percolação, através de fissuras na rocha, carregam minerais que também são depositados na cava. Desta forma, a caracterização deste efluente se faz necessária, uma vez que se constatou, entre outros, a presença da argila escura no perfil do solo exposto na cava oeste.

Por fim, recomenda-se a adoção de processos investigativos quanto a composição do efluente bombeado ao rio Jenipapo, bem como de medidas mitigadoras quanto ao carreamento de sedimentos decorrentes da energia cinética efluente ao solo (impacto água no solo), uma vez que este corpo d'água é de grande importância à região.

4.4.2.1 O Licenciamento Ambiental

Preliminarmente, antes das visitas técnicas obteve-se vistas aos processos de licenciamento ambiental das minas de Corgão e Fazenda Ipanema I, disponibilizados pelo Instituto Natureza do Tocantins - NATURATINS. O processo da mina Corgão (Caltins Ltda.) estava destituído de qualquer informação técnica e condicionantes ambientais.

Desta forma, efetivamente, o único processo analisado diz respeito a Fazenda Ipanema I (Supercal Ltda.). No âmbito do Instituto Natureza do Tocantins- Naturatins, encontram-se dois processos que dizem respeito a mineradora Supercal Ltda., sendo o processo 5954-2013-A, referente a Outorga e uso de água subterrânea, e o processo 390-2013-M, que diz respeito ao Projeto Ambiental- PA da Fazenda Ipanema I. O Projeto Ambiental traz informações básicas do empreendimento, localização, justificativa e sistema produtivo da mineração (fluxograma do processo, matéria prima processada, produtos elaborados, entre outros). Em suma, as 73 páginas do Projeto Ambiental, se referem a geração de resíduos (papel, papelão, restos de alimentos, resíduos decorrentes de manutenção de veículos e máquinas, e etc.), ao tratamento de esgoto e outorga de uso d'água, além da implantação e operação do processo de beneficiamento do calcário dolomítico da Supercal.

As medidas mitigadoras propostas, o plano de monitoramento e controle ambiental, restringem-se a área de beneficiamento e carregamento do produto final, e destinação final de efluentes líquidos e sólidos (efluentes domésticos). Não há qualquer menção ao Plano de Fechamento de Minas, e tão pouco o anexo deste ao processo. Não há menção ou aborda-se a questão do acúmulo de águas pluviais na área de cava, tão pouco sua caracterização, processo de esgotamento e destinação, bem como de medidas mitigadoras em relação a métodos de contenção das pilhas de rejeitos, ou mesmo, a sua prévia localização. E por fim, a menção ao material particulado em suspensão (poeira), como expressado no P.A, limita-se apenas as

áreas limítrofes, “... *no máximo trezentos metros*” (Projeto Ambiental- P.A, pg.48, Naturatins, processo 390-2013-M), o que demonstra desconsiderar as características climáticas locais as quais o empreendimento está sujeito, e sua produção (estimativa).

Na ótica da análise processual, percebe-se que o estudo se limita a apresentar informações mínimas quanto ao empreendimento e suas atividades, objetivando apenas atendimento a legislação, que corrobora com o item 2.3.1 (Governança ambiental), sequer abordando a necessidade do Plano de Fechamento de Mina, ou medidas mitigadoras relacionadas ao descarte de material estéril ou rejeitos.

No processo de licenciamento observado, se faz necessária a readequação das normas exigidas, bem como da exigência de instrumentos que possibilitem um melhor monitoramento ambiental (produção e proliferação de poeiras, caracterização de efluentes, e etc.), que proporcione o planejamento e a efetivação de medidas mitigadoras eficazes, convergindo a um processo de Fechamento de Mina eficiente (planejamento e execução) quanto aos aspectos ambientais e socioeconômicos.

Por fim, deve-se atentar às correlações entre o empreendimento minerário e as consequências de sua instalação e operação, considerando todas as particularidades e características naturais que a região, na qual está inserido, apresenta (geologia, hidrografia, fitoecologia, pedologia e etc.), e utilizar estas informações na adoção de medidas que garantam a segurança ambiental, e possibilite às comunidades impactadas, usufruir dos recursos oriundos dessa atividade (Cfem, ISSQN, ICMS, entre outros).

4.4.3 Coexistência socioambiental da mineração e do município de Bandeirantes do Tocantins

Sobre o comportamento da economia de Bandeirantes do Tocantins pode-se afirmar a importância que a atividade de mineração de calcário passará a exercer nas relações econômicas, com reflexos no seu tecido social. A mineração, por ser uma atividade concentrada em áreas restritas e de pequena abrangência superficial, ao contrário da pecuária que ocupa grandes extensões de superfície, não são competidoras e sim podem coexistir e potencializar o crescimento econômico do município. Sendo assim, equivocada a cobrança de responsabilidade da mineração como principal atividade promotora de impactos, alteração e degradação em superfície.

A contribuição destas duas atividades como geradores de riqueza na sociedade e recursos de impostos e compensações à gestão municipal deve ser aproveitada por esta comunidade.

Mesmo que o crescimento da mineração se estabilize em patamares que acompanham o crescimento geral do país, reflexos na abertura de postos de trabalho, com exigência de qualificação, devem atrair tanto a mão de obra local como externa.

Como pontos de conflito e cuidados, a mineração deve ter presente os cuidados com o meio ambiente natural, o que minimizará os conflitos com atividades tradicionais como abordado na pesquisa. Por sua vez, o aumento do IDH do município deve resultar em maior controle e expectativas, da comunidade, por atitudes socioambientais de sua maior mineradora, devendo se refletir às outras mineradoras e atividades do município.

5 CONCLUSÃO

Mediante as informações e dados obtidos durante todo o processo investigativo, referentes a avaliação dos impactos decorrentes da mineração no município de Bandeirantes do Tocantins, conclui-se que há um considerável grau de dependência socioeconômica do município em relação a mineração. O segmento da indústria minerária de Bandeirantes do Tocantins configura-se como o maior empregador do município, tendo ainda neste ano, perspectiva de criação direta de novos postos de serviços com o início das operações da planta da Supercal. Tais operações refletem ainda em aumento da arrecadação municipal, mediante o recolhimento da Cfem sobre as novas operações a serem realizadas.

Contudo, como a grande maioria dos municípios produtores de bens minerais, a inexistência de uma política direcionada ao emprego dos recursos oriundos da Cfem, culmina na falta de instrumentos que possibilitem minimizar os impactos socioeconômicos ao município em um cenário pós-mineração, e redução de sua dependência em relação a este segmento. Um hipotético atual cenário municipal com declínio do segmento mineral local, culminaria no declínio de toda a cadeia atrelada a este segmento (hotelaria, transportadoras, restaurantes, comércio, e etc.), conseqüentemente redução drástica de grande parte da mão-de-obra regional empregada, com graves conseqüências à economia regional. Cenário este que tem se estabelecido em alguns municípios de Minas Gerais, acarretando falência municipal.

Quanto aos conflitos referentes ao recolhimento da Cfem, que com o início das atividades da planta da Supercal, tendem a se intensificar, a prefeitura municipal de Bandeirantes do Tocantins tem buscado junto ao DNPM soluções que permitam um acompanhamento mais eficiente das operações declaradas pelas empresas mineradoras, em especial as da Caltins, bem como utilizar-se de instrumentos jurídicos para obtenção dessas informações.

No que diz respeito aos aspectos ambientais abordados, conclui-se que se faz equivocada a responsabilidade imputada a mineração quanto a principal promotora de impactos ambientais, alteração e degradação em superfície, uma vez que a pecuária responde como a atividade de maior uso do solo no município de Bandeirantes do Tocantins. A mineração diz respeito a pequenas áreas, geralmente, com a promoção de impactos pontuais.

É inegável a importância da Caltins à economia de Bandeirantes do Tocantins, o que levou a elegê-la como objeto de investigação. Porém, em relação aos impactos ambientais decorrentes do processo produtivo, alguns aspectos necessitam serem revistos por parte da empresa. Tais aspectos dizem respeito a produção e propagação de material particulado em suspensão (poeira), utilização de áreas para descarte de material estéril e rejeitos, destinação de efluentes (águas pluviais da área de cava), e sobretudo, caracterização dos efluentes, resíduos e material estéril.

Durante todo processo investigativo não se obteve quaisquer informações em relação aos aspectos anteriormente abordados, tão pouco ao Plano de Fechamento de Mina. O que se percebe é que no âmbito do Estado do Tocantins, os instrumentos utilizados ao licenciamento ambiental da atividade de mineração são de caráter minimalistas, exigindo informações básicas em relação ao empreendimento, restringindo-se a ideia de impactos pontuais, sem grandes riscos ao meio ambiente, independentes do método de exploração (superficial ou subterrânea), tão pouco questionada quanto a diversidade geológica existente, ou geração de resíduos (rejeitos e material estéril).

Por fim, o processo investigativo demonstrou que os impactos socioambientais da mineração do município de Bandeirantes do Tocantins, vão muito além das fronteiras do município, e tendem a interferências externas, sobretudo de caráter socioeconômico (variação de preços de commodities, postos de trabalho, e etc.), necessitando de uma melhor intervenção quanto aos aspectos ambientais, e promoção de medidas que propiciem a manutenção da qualidade ambiental e saúde humana.

REFERÊNCIAS

- ABRIL, Gabriela A.; WANNAZ, Eduardo D.; MATEOS, Ana C.; PIGNATA, María L. Biomonitoring of airborne particulate matter emitted from a cement plant and comparison with dispersion modelling results. **Atmospheric Environment**. Amsterdã, NL; v. 82, n. 82, jan. 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231013007735>>. Acesso em: 3 mar. 2014.
- ACOSTA, Andrés Mejía. The impact and effectiveness of accountability and transparency initiatives: The governance of natural resources. **Development Policy Review**; v. 50, n. 2015, set. 2015. Disponível em: <<https://eiti.org/files/the%20impact%20and%20effectiveness%20of%20accountability%20and%20transparency%20initiatives.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2015.
- ALI, Sallem H. **Mining, the environment, and indigenous development conflicts**. 1ª ed. The University of Arizona Press, Tucson, AZ, 2007. 254 p.
- ALSTINE, James Van; et. al. Resource governance dynamics: The challenge of “new oil” in Uganda. **The Extractive Industries and Development in Sub-Saharan Africa**. Leeds, GB; v. 40, n. 2014, jun. 2014. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0301420714000038/1-s2.0-S0301420714000038-main.pdf?_tid=da120140-8ec1-11e4-9798-00000aab0f6b&acdnat=1419792576_d017791106818e6fbf7eb1d51741b61b>. Acesso em: 4 jul. 2014.
- AMARANTE, O. A. C.; et. al. Atlas do potencial eólico brasileiro. Brasília, DF. 2001. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eoliAAco/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf>. Acessado em: 21/06/2015>. Acesso em: 21 jun. 2015.
- ARCE-GOMEZ, A.; DONOVAN, J. D.; BEDGGOOD, R. E. Social impact assessments: Developing a consolidated conceptual framework. **Environmental Impact Assessment Review**. Oxford, GB; v. 31 (S1), n. 2013, set. 2013. Disponível em: <<https://eiti.org/files/the%20impact%20and%20effectiveness%20of%20accountability%20and%20transparency%20initiatives.pdf>>. Acesso em: 4 fev. 2014.
- AUTY, R. Mining Enclave to Economic Catalyst: Large Mineral Projects in Developing Countries. **The Grown Journal of World Affairs: Privatizing Sovereignty**. Providence, US; v. 13, Issue 1, Fall- Winter 2006. Disponível em: <http://www.brown.edu/initiatives/journal-world-affairs/initiatives/journal-world-affairs/private/articles/13.1_Auty.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2015.
- BLISS, James D.; HAYES, Timothy S.; ORRIS, Greta J.. **Limestone—A Crucial and Versatile Industrial Mineral Commodity**. Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/fs/2008/3089/>>. Acesso em: 6 jan. 2013.
- BLOODWORTH, A.J.; SCOTT, P.W.; MCEVOY, F.M.. Digging the backyard: Mining

and quarrying in the UK and their impact on future land use. **Land Use Policy**. Nottingham, UK; v. 26 S1, n. 2009, dez. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837709001100>>. Acesso em: 4 nov. 2013.

BORGES, André. Economia: TCU revela sonegação em áreas de mineração. **O Estado de São Paulo- Estadão**, São Paulo, 13 ago. 2014. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,tcu-revela-sonegacao-em-areas-de-mineracao,1543471>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

BOTA, N. A.; MCFAUL, S.; XAVIER, A.. Economic diversification and mine closure: An anlysis of the Misima Mine case. In: PROCEEDINGS MINE CLOSURE SOLUTION 2014. 2014, Ouro Preto, MG. **Anais eletrônicos...** Ouro Preto, MG: InfoMine, 2014. 1 CD-ROM.

BRASIL. Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataformas continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências. (Art. 21, XIX da CF). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7990.htm. Acesso em: 04 jan. 2013a.

BRASIL. Lei nº 8.876, de 02 de maio de 1994. Autoriza o Poder Executivo a instituir como Autarquia o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8876.htm. Acesso em: 04 jan. 2013b.

BRASIL. Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências. (Art. 21, XIX da CF). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8001.htm. Acesso em: 04 jan. 2013c.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/publicacao/nacional/2_comunicacao_nacional/rr/processos_industriais/brasil_mcti_cal.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2013.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Dados demográficos e socioeconômicos**. Disponível em: <www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>. Acesso em: 21 fev. 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral. **Boletim informativo do setor mineral 2015**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/2674215/Boletim+Informativo+do+Setor++Mineral+2015/f8912460-e9bf-4718-8704-98f5e60f3237>>. Acesso em: 3 jul. 2015a.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios.

Arrecadação CFEM ano: 2014. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_Cfem_muni.aspx?ano=2013&uf=TO>. Acesso em: 3 jul. 2015b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios. **Arrecadação CFEM do Estado: TO.** Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_Cfem_muni.aspx?ano=2013&uf=TO>. Acesso em: 3 fev. 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Sistema de Informações Geográficas da Mineração. **SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DA MINERAÇÃO-SIGMINE.** Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 4 maio 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Sumário Mineral 2013.** Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=9273>. Acesso em: 14 mar. 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Prévia da Indústria Mineral 2007.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/publicacoes/Sinopse/Sinopse_Minerao_e_Transformaxo_Mineral_2007-2007.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2013a.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Produto RT 55 - Perfil do Calcário Agrícola.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P29_RT55_Perfil_do_Calcario_Agricola.pdf>. Acesso em: 10 maio 2013b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais- Cfem.** Disponível em: <<http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Cfem.php>>. Acesso em: 3 nov. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n.º 12, de 22 de janeiro de 2002. Altera dispositivos do ANEXO I da Portaria nº 237, de 18 de outubro de 2001, publicada no DOU de 19 de outubro de 2001.** Disponível em: <www.dnpm.gov.br/assets/legislacao/p00310102.rtf>. Acesso em: 3 nov. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Superintendência do Estado do Tocantins-TO. Relatórios Anuais de Lavra (RALs), exercício 2012, ano base 2011. Palmas-TO. 2012.

BUNKER, Stephen G.. Modes of Extraction, Unequal Exchange, and the Progressive Underdevelopment of an Extreme Periphery: The Brazilian Amazon, 1600- 1800. **American Journal of Sociology.** Illinois, US; v. 89, n. 5, mar. 1984. Disponível em: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2779082?uid=3737664&uid=2134&uid=373992761&uid=2&uid=70&uid=3&uid=373992751&uid=60&purchase-type=article&accessType=none&sid=21103175282151&showMyJstorPss=false&seq=1&showAccess=false>>. Acesso em: 11 set. 2013.

CALTINS CALCÁRIO TOCANTIS (GRUPO J.DMITO). Disponível em: <<http://www.jdemito.com.br/grupo/caltins/>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

CHADE, Jamil. Economia: Crise afeta mais as exportações brasileiras. **O Estado de São Paulo- Estadão**, São Paulo, 01 dez. 2011. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,crise-afeta-mais-as-exportacoes-brasileiras-imp-,805192>>. Acesso em: 03 jul. 2015.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Declaração do Rio sobre ambiente e desenvolvimento**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/documentos/convs/decl_rio92.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2013.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. **Portal da Transparência**. Disponível em: <http://to.transparencia.gov.br/Bandeirantes_do_Tocantins>. Acesso em: 2 maio 2014.

DARIMANI, Abdulai; AKABZAA, Thomas Mba; ATTUQUAYEFIO, D. K.. Effective environmental governance and outcomes for gold mining in Obuasi and Birim North Districts of Ghana. **Mineral Economics**. Accra, GH; v. 26, n. 2013, set. 2013. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/507/art%253A10.1007%252Fs13563-013-0036-2.pdf?auth66=1419791697_0c5b96ceef050c693cb37c180eec397c&ext=.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2014.

DAVIS, Graham A.; TILTON, John E.. **Should developing countries renounce mining? A Perspective on the debate**. Disponível em: <http://inside.mines.edu/~gdavis/Papers/Davis_and_Tilton_2002.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2013.

DARLING, R.; JONES, V. N.; LUKIE, J.; READ, L. **Water, mining and communities: finding shared solutions with Project-affected stakeholders**. Disponível em: <<https://commdev.org/userfiles/Water,%20mining%20and%20communities%20finding%20shared%20solutions%20with%20project-affected%20stakeholders.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2015.

DELBONI, Homero Jr. Cominuição. In: FERNANDES, FRANCISCO REGO CHAVES. **Tendências Tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia**. 1ª ed. Rio de Janeiro, RJ: CETEM/MCT, 2007. p. 103-132.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. Especial: DC Cenários- Crise na mineração pode durar mais. **Diário do Comércio**, Belo Horizonte, 04 nov. 2014. Disponível em: <http://www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?tit=crise_na_mineracao_pode_durar_mais&id=144007>. Acesso em: 23 jan. 2015.

DRUMMOND, José Augusto. **Natureza rica, povos pobres? - Questões conceituais e analíticas sobre o papel dos recursos naturais na prosperidade contemporânea**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/n10/16885.pdf>>.

Acesso em: 7 jan. 2013.

EJDEMO, Thomas; SÖDERHOLM, Patrik. Mining investment and regional development: A scenario-based assessment for Northern Sweden. **Resources Policy**. Luleå, SE; v. 36, n. 2011, mar. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420710000498>>. Acesso em: 4 jan. 2014.

EZEKWE, Ifeanyichukwu Clinton; EZEKWE, Ahamefula Sunday; CHIMA, George Nwabuko. Metal Loadings and Alkaline Mine Drainage from Active and Abandoned Mines in the Ivo River Basin Area of Southeastern Nigeria. **Mine Water and the Environment**. Berlin, DE; v. 32, n. 32, jun. 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10230-013-0220-1>>. Acesso em: 18 jan. 2014.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO TOCANTINS. **Estimativa do PIB Industrial Do Estado Do Tocantins- 2002 a 2012**. Disponível em: <<http://www.fieto.com.br/DownloadArquivo.aspx?c=d711a70d-ac60-4f9e-9f1c-8988ebc63146>>. Acesso em: 4 nov. 2013.

FERREIRA, Murilo. Mineração enfrenta fim do superciclo das commodities. **Valor Econômico**, São Paulo, 04 mai. 2015. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/opiniaio/4031494/mineracao-enfrenta-fim-do-superciclo-das-commodities>>. Acesso em: 09 mai. 2015.

FIGUEIRÓ, Ricardo; et. al. **Municípios: os bons resultados orçamentários se repetem em 2001**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/informesf/Inf_49.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2013.

FISCHER-KOWALSKI, Marina; AMANN, Christof. Beyond IPAT and Kuznets Curves: Globalization as a Vital Factor in Analysing the Environmental Impact of Socio-Economic Metabolism. **Population and Environment**. Viena, AT; v. 23, n. 1, set. 2001. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1017560208742>>. Acesso em: 2 nov. 2013.

FLORES, J. C. C.; LIMA, H. M.; **Fechamento de mina: aspectos técnicos, jurídicos e socioambientais**. Editora UFOP, 2012. Ouro Preto, MG.

FRANKS, Daniel M.; BRERETON, David; MORAN, Chris J.. The cumulative dimensions of impact in resource regions. **Resources Policy**. Brisbane, AU; v. 38, n. 2013, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420713000536>>. Acesso em: 4 nov. 2013.

FRANKS, Daniel M.; BRERETON, David; MORAN, Chris J.. Managing the cumulative impacts of coal mining on regional communities and environments in Australia. **International Association for Impact Assessment (IAIA)**. Calgary, CA; n. 2008, dez. 2008. Disponível em: <

http://iaia.org/IAIA08Calgary/documents/Franks%20et%20al_Coal%20Miningn_IAIA_2008.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2014.

FRANKS, Daniel M.; BRERETON, David; MORAN, Chris J.. Managing the cumulative impacts of multiple mines on regional communities and environments in Australia. **Impact Assessment and Project Appraisal**. Brisbane, AU; v. 28 (4), n. 2010, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3152/146155110X12838715793129>>. Acesso em: 4 jan. 2014.

FREITAS, Tatiana. Royalty de mineração cai 28% em 2014. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 27 jan. 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/01/1580976-royalty-de-mineracao-cai-28-em-2014.shtml>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

GALETAKIS, Michael; ALEVIZOS, George; LEVENTAKIS, Konstantinos. Evaluation of fine limestone quarry by-products, for the production of building elements – An experimental approach. **Construction and Building Materials**. Amsterdã, NL; v. 26 S1, n. 26, jan. 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061811002509>>. Acesso em: 4 abr. 2014.

GODET, Michel; et. al. **A “caixa de ferramentas” da prospectiva estratégica-Problemas e métodos**. Disponível em: <<http://turismorural.org.br/download/20080615095245.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2013.

HE, M.C.; MIAO, J.L.; FENG, J.L.. Rock burst process of limestone and its acoustic emission characteristics under true-triaxial unloading conditions. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences**. Amsterdã, NL; v. 47 S2, n. 47, fev. 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1365160909001427>>. Acesso em: 28 dez. 2014.

HEIKKINEN, P.M.; NORAS, P.; SALMINEN, R. **Mine closure handbook- Environmental techniques for the extractive industries**. Espoo, 2008. Disponível em: http://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej_074.pdf. Acesso em: 14 fev. 2015.

HOLMES, M.; et. al. **Governança e Redução da Pobreza**. Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/INTPRS1/Resources/383606-1205334112622/4768783-1205334135157/gov0118.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atualização do VAB por município e setor de atividade: serviços, administração pública, indústria, valor impostos e agropecuária em 2011**. Disponível em: <http://servicosdados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?u=ftp.ibge.gov.br/Pib_Municipios/2011/base/base_2006_2011_xls.zip>. Acesso em: 22 fev. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil municipal de Bandeirantes do Tocantins**. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=170305&search=to cantins|bandeirantes-do-tocantins>>. Acesso em: 12 jun. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Informações e análises da economia mineral Brasileira**. Disponível em:

<<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002806.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO -. **Guia de planejamento para fechamento de mina**. Disponível em:

<<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002727.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Produção Mineral Brasileira 2014**.

Disponível em: < <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005475.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **A Indústria da mineração- Desenvolvimento do Brasil e a promoção da qualidade de vida do brasileiro**.

Disponível em: < <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005649.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2015.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL- IUCN. **Governance for Sustainability – Issues, Challenges, Successes**.

Disponível em:

<http://cmsdata.iucn.org/downloads/eplp_70_governance_for_sustainability.pdf>.

Acesso em: 16 jan. 2014.

JIANJUN, Song; et. al. Quantitative prediction of mining subsidence and its impact on the environment. **International Journal of Mining Science and Technology**.

Beijing, CH; v. 22, n. 2012, jan. 2012. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095268612000237>>. Acesso em: 4 nov. 2013.

KELLY, J.; CHAMPAGNE, P.; MICHEL, F.. Mitigation Of Alkaline Mine Drainage In A Natural Wetland System. In: MARTIN-DUQUE, J.F.. **Geo-Environment and Landscape Evolution II**. 89 ed. Southampton, GB: WIT Press, 2006. p. 115-124.

KEMP, Deanna; OWEN, John R.. Community relations and mining: Core to business but not “core business”. **Resources Policy**. Queensland, AU; v. 28, n. 2013, set.

2013. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S030142071300069X/1-s2.0-S030142071300069X-main.pdf?_tid=b6640afe-8ecb-11e4-aa9f-00000aacb360&acdnat=1419796811_1d67aa76b3cbca1912b1454965bcd26c>.

00000aacb360&acdnat=1419796811_1d67aa76b3cbca1912b1454965bcd26c>.

Acesso em: 6 fev. 2014.

KUMAR, N.P.; Review on Sustainable Mining Practices. **International Research Journal of Earth Sciences**. Vol. 2 (10), 2014, p. 26-29. Disponível em:

http://www.isca.in/EARTH_SCI/Archive/v2/i10/4.ISCA-IRJES-2014-030.pdf. Acesso em: 08 mar. 2014.

LEITE, Eduardo Teixeira. **Compensação financeira pela exploração de recursos minerais- CFE: uma análise de sua contribuição para o desenvolvimento dos**

principais municípios mineradores de Minas Gerais. 2009. 339 f. Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Pós-graduação em Administração- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2322/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Compe nsa%C3%A7%C3%A3o%20financeira%20pela%20explora%C3%A7%C3%A3o%20 de%20recursos%20minerais%20-%20CFEM.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2013.

MEDEIROS, João de Deus. Avaliação de Impacto Ambiental. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC (SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA). 47ª., 1995, São Luis. **Anais...** São Luis: SBPC, 1995. 1 CD-ROM.

MICROSOFT CORPORATION. **Bing Maps.** Disponível em: <<http://www.bing.com/maps/?appid=10493&mkt=en-us#Y3A9LTcuNjEwNTY2fi00OC41NTcwNTYmbHZsPTEwJnN0eT1y>>. Acesso em: 01 jul. 2015.

MONJEZI, M.; et. al. Environmental impact assessment of open pit mining in Iran. **Environmental Geology.** Teerã, IR; v. 58, n. 2008, ago. 2008. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00254-008-1509-4#page-1>>. Acesso em: 02 jan. 2014.

NAHASS, Samir; SEVERINO, Joaquim. **Série Estudos e Documentos: Calcário Agrícola no Brasil.** 1ª ed. Rio de Janeiro: CETEM/MTC, 2003.

NAJA, Ghinwa M.; et. al. Hydrochemical Impacts of Limestone Rock Mining. **Water, Air, & Soil Pollution.** Palmetto Bay, US; v. 217, n. 2011, ago. 2011. Disponível em: <<http://www.evergladeshub.com/lit/pdf10/Naja%2710WASPoll-164-RockMining.pdf>>. Acesso em: 6 out. 2013.

NAMIN, F. Samimi; SHAHRIAR, K.; BASCETIN, A.. Environmental impact assessment of mining activities. A new approach for mining methods selection. **Gospodarka Surowcami Mineralnymi- Mineral Resources Management.** Zanzan, IR; v. 27 S2, n. 2011, set. 2011. Disponível em: <<http://www.min-pan.krakow.pl/Wydawnictwa/GSM272/namin-shahriar-basceti.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

NASCENTE, L. M.; SOUZA, F. N. da S.; ALVES, J. M.; SOUSA, L. C. Aproveitamento do rejeito de lavra: Oportunidade de mercado. **Jornada de Iniciação Científica.** Unitins, 12, 2010. Palmas- TO. Disponível em: <https://www.unitins.br/portal/pesquisa/arquivos/pibic/ANAIS_XVII.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

NASSIF, Luis. Economia: A crise internacional e o Brasil. **Carta Capital,** Ed. Confiança, São Paulo, 22 maio 2012. Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br/economia/a-crise-internacional-e-o-brasil>>. Acesso em: 03 jul. 2015.

NERI, Ana Claudia; SÁNCHEZ, Luis Enrique. A procedure to evaluate environmental rehabilitation in limestone quarries. **Journal of Environmental Management.** Amsterdã, NL; v. 91 S11, n. 91, nov. 2010. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479710001635>>. Acesso em: 6 abr. 2014.

NOTTEN, Philip van. **Chapter 4- Scenario development: a typology of approaches**. Disponível em:

<<https://www1.oecd.org/site/schoolingfortomorrowknowledgebase/futuresthinking/scenarios/37246431.pdf>>. Acesso em: 4 jan. 2013.

OLIVEIRA, Marcelo José de. **Mineração e desenvolvimento local: Benefícios e desafios aos municípios amapaenses**. 2010. 293 f. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido- Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2010. Disponível em: <http://www2.unifap.br/cambientais/files/2012/01/Tese-Marcelo-Oliveira_Minera%C3%A7%C3%A3o-e-Desenvolvimento-Local_-Benef%C3%ADcios-e-Desafios-aos-Munic%C3%ADpios-Amapaenses.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2013.

Özkaynak, B.; LABAJOS, B. R. Mining conflicts around the world. **Ejolt report nº. 07**. Set. 2012. Disponível em: < http://www.ejolt.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/11/121115_Ejolt-7_High.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2015.

PAVLICKOVA, K. VYSKUPOVA, M. A method proposal for cumulative environmental impact assessment based on the landscape vulnerability evaluation. **Environmental Impact Assessment Review**. Amsterdã, NL; v. 50, n. 2015, ago. 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925514000791> >. Acesso em: 08 jan. 2015.

PARASCA, A. G.; BUTNARU, G. I. Roşia Montana- regional impact. **Emerging Markets Queries in Finance and Business**. Iasi, RO; v. 15, n. 2014, dez. 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114005395>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

PEDRINI, João Alberto. Sem indústria, cidade em MG vive caos após unidade da Votorantim fechar. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 21 abr. 2014. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2014/04/1443208-sem-industria-cidade-em-mg-vive-caos-apos-unidade-da-votorantim-fechar.shtml>>. Acesso em: 23 abr. 2014.

PEREIRA, Denise de Castro; et. al. **Cenários Socioambientais em municípios com mineração: uma experiência extensionista**. Disponível em: <http://www1.pucminas.br/documentos/forext_09.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2013.

PERNAMBUCO. **Base de dados do Estado**. Disponível em: <www.bde.pe.gov.br/site/ConteudoRestrito2.aspx?codGrupoMenu=424&codPermissao=5>. Acesso em: 22 fev. 2014.

PINTO, Waldir de Deus; ALMEIDA, Marília de. **Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente- Conama, 1984/1999**. 1ª ed. Brasília: Ambiental, 1999.

PROGRAMA NACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS- PNUD. **Atlas de desenvolvimento humano do Brasil 2013**. Disponível em:

<<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

REVISTA MINÉRIOS & MINERALES. 9ª edição das 200 Maiores Minas Brasileiras atualiza o panorama da mineração. **200 maiores minas brasileiras**. São Paulo; n. 355, out. 2013. Disponível em:

<http://www.revistaminerios.com.br/Edicoes/269/Outubro_2013.aspx>. Acesso em: 16 jul. 2014.

REVISTA MINÉRIOS & MINERALES. 8ª edição "200 Maiores Minas Brasileiras". **200 maiores minas brasileiras**. São Paulo; n. 345, out. 2012. Disponível em:

<http://www.revistaminerios.com.br/Edicoes/209/Outubro_2012.aspx>. Acesso em: 16 ago. 2014.

REVISTA MINÉRIOS & MINERALES. The 200 Largest Mines in Brazil. **200 maiores minas brasileiras**. São Paulo, SP; n. 335, out. 2011. Disponível em:

<http://www.revistaminerios.com.br/Edicoes/98/Outubro__2011.aspx>. Acesso em: 16 ago. 2014.

REVISTA MINÉRIOS & MINERALES. The 200 Largest Mines in Brazil. **200 maiores minas brasileiras**. São Paulo; n. 365, out. 2014. Disponível em:

<http://www.revistaminerios.com.br/Edicoes/421/Outubro_2014.aspx>. Acesso em: 3 nov. 2014.

REVISTA MINÉRIOS & MINERALES. Total de investimentos 200 Largest Mines in Brazil - Total investment 2013. **Investimentos**. São Paulo; n. 357, fev. 2014.

Disponível em:

<http://www.revistaminerios.com.br/Edicoes/305/JaneiroFevereiro_2014.aspx>. Acesso em: 4 maio 2014.

REVISTA MINÉRIOS & MINERALES. **Corgão/ Calcário**. Disponível em:

<www.revistaminerios.com.br/Publicacoes/4815/corgaocalcario.aspx>. Acesso em: 2 jan. 2014.

SADLER, B. Environmental Assessment in a Changing World: Evaluating Practice to Improve Performance. Quebec: International Association for Impact Assessment- IAIA and Canadian Environment Assessment Agency- CEEA, 1996, Final Report.

Disponível em: < https://www.iaia.org/publicdocuments/EIA/EAE/EAE_10E.PDF>

Acesso em: 14 jan. 2015.

SAMIMI, Ahmad Jafari; AHMADPOUR, Mohiddin; GHADERI, Saman. Governance and Environmental Degradation in MENA Region. In: WORLD CONFERENCE ON BUSINESS, ECONOMICS AND MANAGEMENT (BEM-2012). 2012, Antalya, TR.

Anais eletrônico... Antalya, TR: Elsevier Ltd., 2012. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S1877042812035239/1-s2.0-S1877042812035239-main.pdf?_tid=dc0b3f1c-8ec0-11e4-ba4f-00000aab0f6c&acdnat=1419792150_7ef8511a454f1f312feb418b18b22865>.

Acesso em: 16 jan. 2014.

SAMPAIO, João Alves; ALMEIDA, Salvador Luiz Matos de. Calcário e Dolomito. In: LINS, Adão Benvindo da Luz e Fernando A. Freitas. **Rochas e Minerais**

Industriais: Usos e especificações. 1ª ed. Rio de Janeiro, RJ: CETEM/MCT, 2005. p. 327-350.

SÁNCHEZ, L. E.; **Guide fo Mine Closure Planning.** 1ª ed. Brasília, DF: Brazilian Mining Association, 2014. Disponível em <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004552.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2015.

SANDT, J. V. Mining Conflicts and Indigenous: Peoples in Guatemala. Environmental degradation, natural resources and violent conflict in indigenous habitants in Kalimantan-Indonesia, Bayaka- Central African Republic and San Marcos- Guatemala, set. 2009,. Disponível em: < https://www.cordaid.org/media/publications/Mining_Conflicts_and_Indigenous_Peoples_in_Guatemala.pdf> Acesso em: 14 jan. 2015.

SANTOS, Cristiane dos. **Procedimentos para resolução de perícias referentes a casos de subsidências em áreas de mineração no sul do Estado de Santa Catarina.** 2003. 93 f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85194/200026.pdf?sequence=1>. Acesso em: 7 jan. 2013.

SILVA, Maria Amélia Rodrigues da. **Royalties da mineração: Instrumentos de promoção do desenvolvimento sustentável de regiões mineradoras na Amazônia Oriental.** Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/3086/1/Artigo_RoyaltiesMineracaoInstrumento.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2013.

SMIT, B.; SPALING, H. Methods for cumulative effects assessment. **Environ Impact Assess.** New York, US; v. 15, n. 1995, 1995. Disponível em: < [http://www.uoguelph.ca/gecg/images/userimages/Smit%20&%20Spaling%20\(1995\).pdf](http://www.uoguelph.ca/gecg/images/userimages/Smit%20&%20Spaling%20(1995).pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

TEXEIRA, Carlos Plácido. Preço das commodities sofrem ocorrência rara. **Diário do Comércio**, Belo Horizonte, 03 fev. 2015. Disponível em: < http://www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?tit=precos_das_commodites_sofrem_ocorrencia_rara&id=148506>. Acesso em: 12 abr. 2015.

TOCANTINS. Secretaria da Fazenda do Estado do Tocantins- SEFAZ/TO. **Índice de Participação dos Municípios.** Disponível em: <www.sefaz.to.gov.br/municipios.php>. Acesso em: 21 fev. 2014.

TOCANTINS. Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública do Estado do Tocantins- SEPLAN/TO. **Bases vetoriais.** Disponível em: < <http://www.seplan.to.gov.br/Portal/governo/geo/bases-vetoriais#collapse0>>. Acesso em: 9 jul. 2013.

TOCANTINS. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins- SEMADES. **SIGCAR- Geocatálogo.** Disponível em: < <http://site.sigcar.com.br/tocantins/index.jsp>>. Acesso em: 28 jun. 2015.

TABATABAEI, Javad; , Fatemeh Mohammadi. Environmental Effects of Mining Industries in Meymeh Region. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL SCIENCE AND DEVELOPMENT- ICESD 2013. 4th, 2013, Dubai, AE. **Anais eletrônicos...** Dubai, AE: Elsevier B.V., 2013. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S2212670813000687/1-s2.0-S2212670813000687-main.pdf?_tid=9fba66d8-8e38-11e4-abcb-00000aacb362&acdnat=1419733637_5682f807efdf91bf79cf71ba334e1d4>. Acesso em: 2 dez. 2013.

VIEIRA, Marta. Fraca demanda e o alto custo de energia podem levar unidades da Vale ao fechamento. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, MG, 6 dez. 2014. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2014/12/06/internas_economia,596940/unidades-da-vale-podem-ser-fechadas.shtml>. Acesso em: 7 dez. 2014.

WANG, Hongliang; GE, Maochen. Acoustic emission/microseismic source location analysis for a limestone mine exhibiting high horizontal stresses. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences**. Amsterdã, NL; v. 45 S5, n. 45, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1365160907001335>>. Acesso em: 4 maio 2014.

WORLD BANK GROUP. **Commodity Markets Outlook- April 2015**. Disponível em: <http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/GEP/GEPcommodities/GEP2015b_commodity_Apr2015.pdf>. Acesso em: 2 maio 2015.

ANEXO A- Formulário de pesquisa

ANEXO B – Resultado da análise da amostra de argila escura

ANEXO C – Mapa de ocorrência de calcário no Estado do Tocantins

ANEXO D – Mapa de situação dos processos minerários de Bandeirantes do Tocantins

ANEXO E – Mapa de geodomínios do município de Bandeirante do Tocantins

ANEXO F - Mapa de uso do solo do município de Bandeirante do Tocantins

ANEXO G - Mapa de declividade do relevo do município de Bandeirante do Tocantins

ANEXO H - Mapa das alturas do município de Bandeirante do Tocantins

ANEXO I - Mapa de uso do solo do município de Bandeirante do Tocantins

**ANEXO J - Mapa de erodibilidade potencial do solo do município de
Bandeirante do Tocantins**

ANEXO K – Carta geológica