



**CLÁUDIA DE OLIVEIRA GONÇALVES NOGUEIRA**

**SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE  
MINERÁRIA NO POLO MÍNERO INDUSTRIAL  
DA MICRORREGIÃO DE FORMIGA, MG**

**LAVRAS - MG**

**2016**

**CLÁUDIA DE OLIVEIRA GONÇALVES NOGUEIRA**

**SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE MINERÁRIA NO POLO  
MÍNERO INDUSTRIAL DA MICRORREGIÃO DE FORMIGA, MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Doutora.

Prof. Dr. Luis Antônio Coimbra Borges

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2016**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Nogueira, Cláudia de Oliveira Gonçalves.

Sustentabilidade da atividade minerária no polo mineiro industrial  
da microrregião de Formiga, MG / Cláudia de Oliveira Gonçalves  
Nogueira. – Lavras : UFLA, 2016.

135 p. : il.

Tese (doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador: Luis Antônio Coimbra Borges.

Bibliografia.

1 . Calcário. 2. Carste. 3. Desenvolvimento sustentável. 4.  
Barômetro da Sustentabilidade. 5. Microrregião de Formiga. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**CLÁUDIA DE OLIVEIRA GONÇALVES NOGUEIRA**

**SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE MINERÁRIA NO POLO  
MÍNERO INDUSTRIAL DA MICRORREGIÃO DE FORMIGA, MG**

***SUSTAINABILITY OF THE MINERARY ACTIVITY IN INDUSTRIAL  
MINERAL POLE IN MICRO-REGION OF FORMIGA , MG***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 16 de setembro de 2016.

Prof. Dr. Aladir Horácio dos Santos                      UNIFOR-MG

Prof. Dr. José Luiz Pereira Rezende                      UFLA

Profa. Dra. Rosângela Alves Tristão Borém                      UFLA

Prof. João Carlos Costa Guimarães                      UNIFEI

Prof. Dr. Luis Antônio Coimbra Borges  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por tudo que me foi concedido e principalmente pelo que me foi negado. Agradeço às pessoas que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Agradeço ao Professor Dr. Luis Antonio Coimbra Borges, pela disponibilidade, atenção, austeridade, amizade e orientação. Ao professor Dr. José Aldo Alves Pereira pela colaboração. Ao Marcelo, meu marido, companheiro e incentivador constante, que sempre me apoiou, mesmo sabendo que eu estaria ausente em vários momentos. Agradeço às minhas filhas Carolina pelas fotos que ilustram esse trabalho, Marcela pelas leituras e à Mariana, parceira, coautora de vários trabalhos, obrigada, vocês são peças insubstituíveis dessa engrenagem, sem o apoio de vocês seria muito mais difícil. Agradeço a minha mãe, essa pequena grande mulher, que também acreditou que eu poderia chegar até aqui. Aos meus irmãos e irmãs. A minhas amigas de sempre Maria Helena, Marilda, Suzy e Pituchinha, obrigada pelas preces e pela torcida. À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade de realização deste trabalho. Aos colegas do Laboratório de Conservação da Natureza e ao NEPPA. Em especial agradeço aos parceiros Sarita, Juninho e Luiz Otávio pela valiosa contribuição. À Reitoria do Centro Universitário de Formiga pelo apoio. Aos professores e colegas do Centro Universitário de Formiga, e em especial aos professores Aladir Horácio dos Santos, Maycon Silveira Tebaldi e à professora Syrlei Ferreira, enfim, a todos agradeço.

*"Mas a Sabedoria que vem do Alto é  
primeiramente pura, depois pacífica,  
moderada, tratável, cheia de misericórdia e  
de bons frutos..."*  
*(Tiago, 3:17.)*

Assim seja!

## RESUMO GERAL

A Microrregião de Formiga- MG se destaca no cenário econômico estadual como grande produtora de calcário agrícola e também de produtos originados da mineração do calcário. Sabendo da importância dos produtos advindos da mineração e também da importância da mineração no cenário econômico regional, torna-se necessário realizar estudos para que a atividade se torne sustentável e gere produtos cuja característica ambiental seja desejável. O presente estudo visa caracterizar e analisar a atividade de mineração de calcário na microrregião de Formiga, mais exatamente nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo. O estudo foi dividido em quatro capítulos a saber: o primeiro capítulo procurou caracterizar a mineração de calcários e analisar seus impactos socioambientais (Artigo I); na sequência foi usada a metodologia do Barômetro da Sustentabilidade na busca de avaliar a sustentabilidade do município de Arcos, escolhido por apresentar maior número de indústrias de mineração (Artigo II); o terceiro capítulo faz uma proposta de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) usando a metodologia SWOT; o quarto capítulo finaliza o estudo propondo estratégias para o restabelecimento da biodiversidade, função ecológica e estrutura do solo em áreas de mineração de calcário. Para testar a hipótese inicial, de acordo com o objetivo do capítulo I, foram levantadas as principais atividades dentro do processo minerário, correlacionando seus impactos ambientais mais significativos. Pontualmente, a mineração na Microrregião de Formiga, evoluiu da década de 1970 até hoje, com potencial de exploração a longo prazo, visto que na região encontram-se muitas jazidas a serem exploradas. Esta exploração futura deve se dar de forma planejada, a fim de mitigar impactos e resolver os passivos ambientais. A mineração de calcário, apesar de empregar considerável parcela da população, gera irrisória contrapartida, pois traz impactos socioambientais significativos e baixa arrecadação com o CFEM. A segunda hipótese é tratada no segundo capítulo e usa o Barômetro da Sustentabilidade (BS) para avaliar a sustentabilidade do município de Arcos e sua relação com a presença da mineração de calcário. A combinação dos índices do bem-estar humano e o do bem-estar ambiental mostrou que o município de Arcos é potencialmente sustentável no subsistema que trata o bem-estar ambiental e intermediária no subsistema que trata o bem-estar humano, embora muito próxima da condição insustentável. O terceiro capítulo propõe o planejamento estratégico para os municípios e trata da terceira hipótese que discute a dependência econômica dos municípios de uma só atividade produtiva para seu desenvolvimento mostrando que essa dependência pode ser um entrave para que esses possam seguir uma trajetória de desenvolvimento e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Mineração de Calcário. Barômetro da Sustentabilidade. Planejamento Ambiental. Análise SWOT.

## GENERAL ABSTRACT

The Micro-region Formiga- MG stands out in state economic scenario as a major producer of agricultural lime and products of mining limestone. Knowing the importance of products coming from the mining and the importance of mining in the regional economic environment is necessary to carry out studies to become sustainable activity and generate products whose environmental characteristic is desirable. This study aims to characterize and analyze the limestone mining activity in the micro-region of Formiga, more precisely in the municipalities of Arcos, Pains and Corrego Fundo. The study was divided into four chapters: the first chapter sought to characterize the mining of limestone and analyze their social and environmental impacts (Article I). Following the Sustainability Barometer methodology was used to assess the sustainability of Arcos, chosen due to its higher number of mining industries (Article II). The third chapter makes a proposal for the Strategic Environmental Assessment (SEA) using the SWOT methodology. The fourth chapter concludes the study proposing strategies for the restoration of biodiversity, ecological function and structure of the soil in limestone mining areas. To test the initial hypothesis, according to the purpose of Chapter I, the main activities were raised in the mining process, correlating their most significant environmental impacts. Punctually, mining in Formiga micro-region, evolved from the 1970s to today, with the long-term exploration potential, whereas in the region there are many fields to be explored. This future exploration should be done in a planned manner in order to mitigate impacts and resolve environmental liabilities. The mining of limestone, despite employing considerable portion of the population, generates counterpart derisory, because it brings significant environmental impacts and lower revenue with CFEM. The second hypothesis (second chapter) use the Barometer of Sustainability (BS) to assess the sustainability of Arcos and its relation to the presence of limestone mining. The combination of the indices of human welfare and environmental well-being showed that Arcos municipality is potentially sustainable in the subsystem that is the environmental well-being and intermediate in the human well-being subsystem, although very close to the unsustainable condition. The third chapter proposes strategic planning for municipalities and stands for the third hypothesis, discussing the economic dependence of municipalities at one productive activity for its development showing that this dependency can be a barrier so that they can follow a path of development and sustainability.

**Keywords:** Limestone Mining. Barometer of Sustainability. Environmental planning. SWOT analysis.

## LISTA DE FIGURAS

### PRIMEIRA PARTE

Figura 1 - Distribuição da produção mineral por Região. ....	30
Figura 2 - Distribuição da produção mineral pelas principais UFs.....	30
Figura 3 - Microrregiões de Formiga (IBGE, 2012), adaptado.....	38
Figura 4 - Vegetação de Floresta Estacional Semidecidual.....	48

### SEGUNDA PARTE -ARTIGOS

#### ARTIGO 1

Figura 1 - Áreas de mineração de calcário, vegetação nativa, hidrografia e zona urbana nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo.....	67
--	----

#### ARTIGO 3

Figura 1 - Diagrama da Matriz SWOT/FOFA. ....	113
Figura 2 - Gruta do Mané Juquinha. ....	119
Figura 3 - Gruta Zé Brega Pains- MG.....	119
Figura 4 - Poeira gerada pelo trânsito de caminhões. ....	121
Figura 5 - Aspecto da Rodovia BR 354, altura do KM 474 – Arcos. ....	121
Figura 6 - Aspecto da vegetação coberta por poeira. ....	122
Figura 7 - Vista aérea da descaracterização da vegetação por exploração da jazida.....	125
Figura 8 - Descaracterização da vegetação por instalação da indústria. ....	126
Figura 9 - Vista aérea da descaracterização da vegetação por instalação da indústria e exploração de jazida.....	126
Figura 10 - Vista aérea de área desmatada para plantio de eucalipto. Ao fundo áreas desmatadas para usos diversos.....	127

Figura 11 - Fornos semi-contínuos, também conhecidos como fornos de barranco.....	127
Figura 12 - Vista aérea de um Forno semi-contínuo- Córrego Fundo.....	128

## LISTA DE GRÁFICOS

### SEGUNDA PARTE -ARTIGOS

#### ARTIGO 3

Gráfico 1 - Produto Interno Bruto (valor adicionado) Arcos, Pains, Córrego Fundo .....	123
Gráfico 2 - Produto Interno Bruto (valor adicionado) Brasil e Minas Gerais.....	124

## LISTA DE QUADROS

### PRIMEIRA PARTE

Quadro 1 – Principais Empresas Produtoras de Calcário no Brasil. ....29

### SEGUNDA PARTE -ARTIGOS

#### ARTIGO 3

Quadro 1 - Cronologia da evolução do planejamento ambiental. .... 110

Quadro 2 - Fragilidades observadas durante a pesquisa *in loco* nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo- MG..... 115

Quadro 3 - Oportunidades para o desenvolvimento estratégico observado *in loco* nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo- MG. .. 115

Quadro 4 - Forças para o desenvolvimento estratégico observado *in loco* nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo- MG..... 116

Quadro 5 - Ameaças para o desenvolvimento estratégico observado *in loco* nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo- MG..... 116

## LISTA DE TABELAS

### PRIMEIRA PARTE

Tabela 1 - Municípios da Microrregião de Formiga- MG.....	38
Tabela 2 - Calcário agrícola - Principais estatísticas – Brasil. ....	44

### SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

#### ARTIGO 2

<b>Table 1</b>	Performance Scales for the Sustainable Development Indicators (SDI) – Environmental Dimension – Arcos and its association to the Sustainability Barometer Scale .....	88
<b>Table 2</b>	Performance scales for the Sustainable Development Indexes (SDI) - Social Dimension- Arcos and its association to the Sustainability Barometer Scale .....	89
<b>Table 3</b>	Performance scales for the Sustainable Development Indexes (SDI) - Economic Dimension- Arcos and its association to the Sustainability Barometer Scale .....	90
<b>Table 4</b>	Performance scales for the Sustainable Development Indexes (SDI) – Institutional Indicators – Arcos and its association to the Sustainability Barometer Scale .....	91
<b>Table 5</b>	Degrees of the Sustainable Development Indicators (SDI) and their themes of the Environmental Dimension in the Sustainability Barometer Scale for the town of Arcos .....	92
<b>Table 6</b>	Degrees of the Sustainable Development Indicators (SDI) and their themes of the Social Dimension in the Sustainability Barometer Scale for the town of Arcos .....	93
<b>Table 7</b>	Degrees of the Sustainable Development Indicators (SDI) and their themes of the Economic Dimension in the Sustainability Barometer Scale for the town of Arcos .....	93

<b>Table 8</b>	Degrees of the Sustainable Development Indicators (SDI) and their themes of the Institutional Dimension in the Sustainability Barometer Scale for the town of Arcos .....	93
<b>Table 9</b>	Situation of the town of Arcos, in relation to Sustainable Development according to Dimensions and Subsystems.....	93

## LISTA DE ABREVIATURAS

AMB	Anuário Mineral Brasileiro
AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
AIA	Avaliação Impacto Ambiental
BS	Barômetro da Sustentabilidade
BSA	Barômetro da sustentabilidade de Arcos
BS <sub>A</sub>	Barômetro da sustentabilidade Anterior
BS <sub>P</sub>	Barômetro da sustentabilidade Posterior
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração Mineral
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
DENATRAM	Departamento Nacional de Trânsito
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DF	Distrito Federal
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DN <sub>A</sub>	Valor numérico do indicador local Anterior
DN <sub>P</sub>	Valor numérico do indicador local Posterior
DN <sub>x</sub>	Valor numérico do indicador local
DS	Desenvolvimento Sustentável
ED	Escala de Desenvolvimento
EBS	Escala do Barômetro da Sustentabilidade
EDA	Escala de Desenvolvimento do Município de Arcos
EIA	US. Department of Energy
EIA	Estudos de Impacto Ambiental
FOFA/SWOT	Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças
IDS	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQA	Índice de Qualidade das Águas
CDS	Comissão para o Desenvolvimento Sustentável ( <i>Commission on Sustainable Development</i> )
DA	Desenvolvimento de Arcos
DTP-HIB	Vacina Difteria Tétano Coqueluche
IDS	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada
PIB PERCAPTA	Produto Interno Bruto/ Por Hab.
PIS	Programa de Integração Social
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNAD	A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
SAN	<i>System Assessment Method</i>
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias
IUCN	The World Conservation Union
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis,
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
PROAPE	Projeto Pains, Arcos Espeleologia
ISO 9001	<i>International Organization for Standardization</i>
ISO 14.001	<i>International Organization for Standardization</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas - ONU
WHO	<i>World Health Organization</i>
DATASUS	Departamento de Informática do SUS
BCG	Bacilo de <i>Calmette-Guérin</i>

SRC	Sarampo/Rubéola/Caxumba
VOP	Vacina Oral Poliomielite
SWOT/FOFA	Forças, oportunidades, fraquezas e ameaça

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	19
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	19
1.1 Objetivo Geral .....	22
1.2 Objetivos Específicos .....	22
1.3 Hipóteses .....	22
1.4 Justificativa .....	23
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	25
2.1 Histórico da Mineração no Brasil e em Minas Gerais .....	25
2.2 Mineração do calcário no Brasil .....	27
2.3 Mineradoras e Desenvolvimento Local .....	30
2.4 A Compensação Financeira por Exploração Mineral (CFEM) .....	32
2.5 Uso e Ocupação do Solo Cárstico .....	36
<b>3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	37
<b>4 O CALCÁRIO AGRÍCOLA</b> .....	43
<b>5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MICRORREGIÃO DE FORMIGA</b> .....	47
5.1 Clima .....	47
5.2 Geologia .....	47
5.3 Vegetação .....	48
5.4 Solos .....	49
5.5 Hidrografia .....	50
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	51
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGOS</b> .....	59
<b>ARTIGO 1 - CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS DA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO NA MICRORREGIÃO DE FORMIGA, MG</b> .....	59
<b>ARTIGO 2 - <i>MINING SUSTAINABILITY IN ARCOS, MINAS GERAIS</i></b> .....	83
<b>ARTIGO 3 - PROPOSTA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO APL DE BASE MINERAL: ARCOS, PAINS E CÓRREGO FUNDO, MG</b> .....	105

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1 INTRODUÇÃO GERAL**

É natural das civilizações a busca incessante pelo desenvolvimento de processos tecnológicos, na produção de bens de consumo, por mais produtos que dê ao homem a sensação de poder e ascensão social. Isso fez com que o homem buscasse cada dia mais por produtos industrializados surgindo daí os grandes parques industriais hoje existentes e com isso o uso excessivo de recursos naturais.

A contaminação do ambiente natural teve início com a revolução industrial no final do século XVIII e início do século XIX e dessa época em diante, esse problema teve um acréscimo exponencial, provocando catástrofes ambientais (DIAS, 2006). A utilização de máquinas nas indústrias, que desempenhavam grande força e agilidade movida à energia do carvão, proporcionou uma produtividade extremamente dinâmica; com isso a indústria tornou-se uma alternativa de trabalho. Nesse momento milhares de pessoas deixaram o campo em direção às cidades.

O advento da indústria foi o grande causador das maiores mudanças no meio ambiente em todo o globo terrestre. A industrialização acelerou a extração dos recursos naturais que, incentivada pela cobiça humana, visava à obtenção do lucro a qualquer custo e em curto prazo (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009).

É inata da espécie humana a busca de espaço físico e territorial para se estabelecer e produzir bens e isso gera, invariavelmente, pressão sobre recursos naturais que não são inesgotáveis. A indústria extrativa mineral, pela sua abrangência e importância na economia nacional, historicamente tem tido um papel importante no esforço de promover o desenvolvimento econômico e social e de reduzir as desigualdades regionais (LIMA, 2007).

A mineração é a base da cadeia produtiva, no processo de transformação de minérios até os produtos industrializados e, na medida em que as cidades crescem, surgem demandas por serviços, infraestrutura, o que requer a implantação de indústrias de transformação (PONTES; FARIAS; LIMA, 2013). Fica implícito que a mineração é uma atividade reconhecida por ser propulsora de desenvolvimento econômico de muitas das principais nações do mundo.

Países como África do Sul, Austrália, Canadá e Estados Unidos, nos quais estruturas institucionais continuamente aprimoradas tiveram papel de destaque na expansão de suas respectivas indústrias minerais, hoje ocupam posições de liderança na mineração mundial. Austrália e Canadá têm sido a vanguarda da mineração mundial, em boa parte devido à manutenção de estruturas institucionais capazes de se adaptar rapidamente às mudanças estruturais e conjunturais, com estimulação de novos programas de desenvolvimento tecnológico, capacitação de pessoal, expansão de produtividade e competitividade, bem como concepção de novos mecanismos de captação de recursos financeiros (CALAES, 2009).

No Brasil, a mineração faz parte da ocupação territorial e da história do país, e, a partir da década de 1960, foi um dos setores econômicos escolhidos como estratégicos para alavancar e dinamizar o crescimento do país, mas isso não foi feito sobre bases sustentáveis. Os efeitos da mineração perduram e um longo e amplo trabalho é necessário, com base nos conceitos e diretrizes da sustentabilidade definidos na Agenda 21 os quais foram sendo ampliados em várias conferências e acordos que se sucederam para reconhecer e enfrentar as externalidades geradas pela atividade minerária (ENRÍQUEZ, 2007). Um ponto crucial no estabelecimento dos princípios e adoção das metas de desenvolvimento sustentável da atividade minerária é a relação da atividade com seu entorno e com as comunidades que lhe sejam contíguas ou vizinhas (VILLAS BÔAS, 2011).

O fato é que o conceito de desenvolvimento sustentável veio para que aconteçam mudanças no modelo de desenvolvimento até então observado, seja a sociedade, a comunidade, o país ou o governo, todos devem estar preparados para enfrentar tal desafio.

O Estado de Minas Gerais é responsável por quase 50% de toda a produção mineral brasileira, conservando, ao longo de séculos, uma posição de destaque, cujas origens remontam à extração aurífera e diamantífera iniciada em fins do século XVII. Figura, portanto, como uma fonte exemplar de processos diversos na discussão das inúmeras questões relacionadas aos impactos decorrentes da extração mineral (CARSALADE, 2012).

A microrregião de Formiga se destaca pela produção de calcário agrícola como também de outros produtos advindos da mineração. A atividade representa para os municípios de Arcos e Pains grande parte da mão-de-obra empregada, direta ou indiretamente na indústria ou nas "pedreiras", como são chamadas as minerações a céu aberto. Geram também mão-de-obra terceirizada para o transporte de produtos da indústria como a pedra para os fornos semicontínuos, atualmente concentrados em Córrego Fundo, brita para construção civil e a cal para os vários tipos de usos.

Aliado à importância econômica da atividade minerária na região tem-se o impacto ambiental característico. Os municípios se desenvolveram ao lado das indústrias e muito próximos às pedreiras, o que gera externalidades e problemas socioambientais que necessitam de estudos de avaliação dos impactos para que sejam traçadas estratégias de desenvolvimento sustentável, e, potencializar a atividade na região para que o desenvolvimento seja também acompanhado pela sociedade, e que esta não herde somente o passivo característico da atividade.

### **1.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho analisa os impactos ambientais advindos do processo de mineração do calcário nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo, MG, visa à criação de indicadores de sustentabilidade para a atividade de mineração tendo como base o município de Arcos, por se concentrarem aí grande parte das empresas de mineração e a proposição de um planejamento Ambiental para a região.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- a) Analisar os impactos socioambientais da atividade de mineração calcária nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo;
- b) Definir e analisar indicadores de sustentabilidade ambiental na mineração calcária do município de Arcos;
- c) Elencar desafios e possibilidades, para um planejamento ambiental estratégico como uma proposta de gestão para o desenvolvimento sustentável nos municípios de Arcos, Pains, e Córrego Fundo, MG.

### **1.3 Hipóteses**

Assumem-se como hipóteses:

- 1- A Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) é um instrumento legal e com potencial para resolver externalidades geradas pela atividade minerária nos municípios produtores, se bem aplicado, no intuito de contribuir para a melhoria na distribuição dos benefícios da extração mineral;
- 2- A criação de indicadores de sustentabilidade da atividade minerária da Microrregião de Formiga é uma ferramenta para mitigar impactos ambientais e se faz necessária, no sentido de que a atividade é responsável por muitos passivos ambientais;

- 3- A dependência econômica dos municípios de uma só atividade produtiva para seu desenvolvimento é um entrave para que possam seguir uma trajetória de desenvolvimento e sustentabilidade.

#### **1.4 Justificativa**

O estudo se justifica pela presença e importância de um conjunto de riquezas naturais características da região, bem como pela importância de preservá-los sem comprometer o desenvolvimento social e econômico. Essas riquezas naturais justificam a necessidade de criação de um modelo racional de uso desses recursos. Também pela dependência econômica dos municípios que têm a mineração como principal fonte de trabalho e renda

A necessidade desse trabalho também é justificada pela escassez de pesquisas que venham definir procedimentos metodológicos para mitigar problemas ambientais relacionados à atividade minerária. Portanto, pretende ser útil para a avaliação de desempenho ambiental na área de extração de calcário e auxiliar na tomada de decisão no processo de gestão ambiental.



## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Histórico da Mineração no Brasil e em Minas Gerais**

A descoberta do Brasil, ao que consta, não despertou em Portugal, nas primeiras décadas que a seguiram, qualquer grande interesse exploratório. Foi, certamente, o sucesso das conquistas espanholas, no México e no Peru, que motivaram os interesses portugueses a explorar suas novas terras americanas. O sucesso das empreitadas espanholas foi facilitado pelas conquistas de povos culturalmente avançados. No Brasil foi diferente, o único produto das expedições exploratórias foi a escravidão do índio encontrado (SILVA, 1995).

A situação se modificou quando foram encontrados os ricos aluviões auríferos de Minas Gerais, já no século XVII, onde o pouco conhecimento da arte da mineração era compensado pela riqueza do jazimento e facilidade de extração do metal, liberado e grosseiro. Além disso, escravos trazidos de regiões africanas frequentadas por árabes conheciam princípios de mineração aprendidos com esses povos. Esta foi certamente a primeira importação de tecnologia da mineração brasileira (SAINT-HILAIRE, 1975).

A atividade de mineração do chamado “Ciclo Econômico do Ouro” que se sobrepõe também à descoberta e extração de diamantes (século XVII) caracterizou-se por ações predatórias dos jazimentos, agressão violenta ao meio ambiente, imprevidente desequilíbrio que causava desabastecimento e, conseqüentemente, ciclos de fome que castigavam os pioneiros da mineração. As autoridades, como sempre, estavam ausentes na função de encaminhar soluções para os problemas, mas muito presentes na cobrança do quinto e na manutenção de seus privilégios corporativistas. Ao esplendor mineral do século XVIII segue-se a decadência do século XIX e a migração dos mineradores mais previdentes para as fronteiras agrícolas, onde viveriam o novo Ciclo Econômico do Café (SILVA, 1995).

Na Nova República, de 1930, um novo conceito no arcabouço legal da mineração foi consagrado, pela definição do bem mineral como propriedade da Nação, cujo aproveitamento seria concedido a pessoas de direito privado. O ano de 1934 representa um marco na história da mineração brasileira, pois foi nele que se criou o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (BRASIL, 1934), assinou-se (em 10 de julho de 1934) o Código de Minas e promulgou-se a Carta Constitucional de 1934, de curta duração, mas de grande repercussão no destino da mineração brasileira.

O primeiro órgão público a ter legalmente de tratar da geologia foi o Museu Nacional, criado em 1818. Sua estrutura sofreu completa reorganização em 1842, passando a existir uma seção para tratar dos assuntos, dentre outros, de “Mineralogia, Geologia e Ciências Exatas”. Em 1843 foi criada, na Secretaria do Estado dos Negócios do Império, uma seção de Agricultura e Mineração, precursora do atual DNPM. Em 28/07/1860, pelo Decreto número 1067 foi criada a Secretaria dos Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, a que foi atribuída competência pelo Decreto nº 2747 de 16/02/1861, para inspecionar a mineração, excetuada nos terrenos diamantinos, cuja administração e inspeção continuam a cargo do Ministério da Fazenda (SILVA, 1995).

Pelo Decreto nº 6026 de 06/11/1875 o Imperador D. Pedro II criava a Escola de Minas de Ouro Preto que se organizou em 12/10/1876, numa tentativa concreta de introduzir a modernidade tecnológica na mineração brasileira. Mais tarde, em 29/12/1906, pelo Decreto Legislativo nº 1606 criou-se uma Secretaria de Estado que recebeu a denominação de Ministério dos Negócios de Agricultura, Indústria e Comércio, quando se observa uma maior preocupação com a mineração, pois dentre seus encargos destacam-se o estudo e despacho de mineração e legislação, exploração e serviço geológico, estabelecimentos metalúrgicos e escolares de minas. Esta preocupação torna-se mais nítida com a

criação, em 10/01/1907 (Decreto nº 6323), do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, vinculado ao Ministério de Estado da Indústria, Viação e Obras Públicas (SILVA, 1995).

Posteriormente, o Serviço Geológico e Mineralógico voltou ao âmbito do Ministério da Agricultura ali permanecendo, já na forma de DNPM, até a criação do Ministério de Minas e Energia, criado pela Lei nº 3782 de 22/07/1960. Em 08 de março de 1934 foi, então, criado o Departamento Nacional de Produção Mineral, pouco antes da assinatura do Código de Minas de 1934.

Quando se fala em mineração, a primeira referência define-se no estado de Minas Gerais. Fora de Minas Gerais, mas no mesmo contexto histórico, em escala mais modesta, tramas paralelas foram vividas em outras regiões. De vida independente notável, registram-se as atividades de mineração de carvão, no sul do país, e de aproveitamento da scheelita, no Nordeste. Minas Gerais sempre englobou a grande parcela da atividade mineira do Brasil, até que, na década de 1960, surgem outros polos importantes, notadamente em Rondônia e no Pará, reduzindo a participação mineira de valor aproximado de 60% para valores próximos de 40%. Entretanto, esta redução não é absoluta, mantendo Minas Gerais uma produção crescente, com perdas nos setores de manganês, diamante e cassiterita. Os acréscimos absolutos dão-se nos setores de ferro, ouro, zinco, bauxita. As perdas relativas dão-se nestes mesmos setores, excluído o zinco (SILVA, 1995).

## **2.2 Mineração do calcário no Brasil**

A atividade minerária é *per se*, uma atividade que gera impactos negativos. No entanto, é uma atividade econômica imprescindível ao desenvolvimento da sociedade. Todavia, seus efeitos e consequências devem ser analisados de forma minuciosa e ressaltando o bem-estar socioambiental. Nessa

perspectiva, devem-se propor mecanismos que possibilitem a mitigação dos impactos negativos da atividade, para que se vislumbre um desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente correto (PONTES; FARIAS; LIMA, 2013).

Os impactos negativos causados pela mineração são originados pela falta de uma gestão empresarial pautada no compromisso social e ambiental. Também por vezes, são gerados pela falta de políticas públicas, que reconheçam a pluralidade de interesses envolvidos (PONTES; FARIAS; LIMA, 2013). O tipo de mineral explorado e extraído, a forma de extração e a localização das jazidas são fatores que podem influenciar diretamente nas alterações ou impactos gerados, provocando assim menor ou maior agravo. Bacci, Landim e Eston (2006) relatam que os fatores geológicos ligados à localização natural das jazidas e ao grande volume das reservas, o que proporciona vida longa útil ao empreendimento, são fatores rígidos e imutáveis que impedem a mudança das áreas de extração.

Os maiores produtores de calcário são os estados de Minas Gerais, 22,3%; Distrito Federal, 20,4%; Sergipe, 13,4%; e Ceará 11,0%. Juntos, esses perfazem dois terços da produção brasileira (BRASIL, 2010). Conforme levantamento realizado pelo DNPM, há 74 empresas que operam minas classificadas como sendo grandes ou médias. O Quadro 1 mostra as principais empresas mineradoras de calcário no Brasil.

Quadro 1 – Principais Empresas Produtoras de Calcário no Brasil.

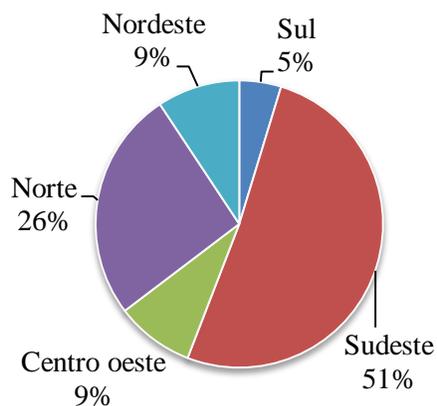
Empresa	Estados onde opera	Participação
Cimento Rio Branco SA	PR, RJ, RS, SC, SP	7,6%
CBE – Companhia Brasileira de Equipamento	CE, ES, MA, PA, PE, RN	5,7%
CIPLAM. Cimento Planalto	DF	5,3%
Companhia Cimento Portland Itaú	GO, MG, MS, RJ, SP	3,7%
Companhia Siderúrgica Nacional	MG	2,9%
Holcim (Brasil) SA	MG, PR, RJ	2,5%
Mineração Belocal Ltda.	MG	2,2%
Dagoberto Barcellos SA	RS	2,1%
Companhia Mineradora Geral	SP	2,0%
Britacal Ind. & Com. de Brita e Calcário Brasília Ltda.	GO, MG	1,7%

Fonte: Brasil (2010), adaptado.

Em 2013, os principais estados produtores, responsáveis por cerca de 85% da produção nacional, foram: Mato Grosso, com 19,6%, Paraná, 15,0%, Minas Gerais, 13,9%, Goiás, 11,6%, Rio Grande do Sul, 9,7%, São Paulo, 8,2% e Tocantins, 7,2% (BRASIL, 2014).

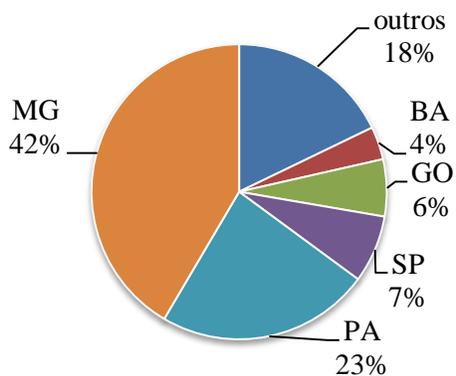
A produção de calcário beneficiado também se dá em praticamente todos os estados brasileiros, e está concentrada em três estados: Minas Gerais, com 34,6% de participação na produção nacional; São Paulo com 13,6%; e Paraná com 12,6%. Juntos, esses estados perfazem mais de 60% da produção brasileira (BRASIL, 2014). A produção recente de calcário no Brasil é relatada segundo os dados disponíveis no Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, do Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT (CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - CETEM, 2014). As figuras 1 e 2 mostram os percentuais das regiões brasileiras e dos principais estados produtores de minerais.

Figura 1 - Distribuição da produção mineral por Região.



Fonte: Brasil (2010).

Figura 2 - Distribuição da produção mineral pelas principais UFs.



Fonte: Brasil (2010).

### 2.3 Mineradoras e Desenvolvimento Local

A permanência, na localidade do empreendimento mineral, de parte da riqueza gerada pela atividade de mineração é fator importante para o desenvolvimento local, propiciando a distribuição de renda e a melhoria na qualidade de vida da população. Os custos e benefícios que a atividade de

mineração podem gerar sobre as comunidades locais e a melhoria das relações entre as empresas e os municípios são temas cada vez mais importantes, na medida em que se exige cada vez mais maximizar os benefícios sustentáveis da mineração, tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento.

Atualmente e cada vez mais, existe o consenso de que as empresas de mineração devem ter em suas listas de prioridades a eliminação de seus possíveis efeitos prejudiciais aos ecossistemas frágeis e de efeitos sociais negativos sobre as comunidades locais (WORLD BANK, 2006). Essas prioridades devem levar em conta que existem: estratégias de ação de curto prazo, estratégias que existem somente no período em que a mineração atua na comunidade e estratégias de longo prazo, que perduram além do tempo de vida da mineração (LIMA, 2007).

Dentro de uma perspectiva de curto prazo, os encargos que incidem sobre as atividades minerais, ou seja, o pagamento de tributos ao governo, deveria contribuir para estratégias de ação de longo prazo. A geração de renda, além da quantidade e qualidade de emprego gerado pela atividade de mineração, deveria ser uma fonte importante para o crescimento social e econômico dessas comunidades (LIMA, 2007).

A mineração como atividade econômica deve se comprometer, não somente em buscar a maximização do uso dos recursos minerais sob o ponto de vista técnico e econômico, mas, sobretudo, contribuir para a construção de um modelo de desenvolvimento econômico capaz de gerar condições de acumulação de capital e tecnologia e, ao mesmo tempo, assegurar a saúde ambiental, de forma que após a desativação e o fechamento da mina e uso dos recursos minerados, permita a contínua agregação de valores econômicos e sociais às comunidades locais e à sociedade (BORGES; MARTINEZ, 2001).

Borges e Martinez (2001) ainda citam que, em termos práticos, toda a atividade relacionada à mineração, desde a pesquisa inicial à lavra, deverá

prever os riscos e proteção dos impactos ambientais, o monitoramento e recuperação de áreas degradadas, de forma progressiva e contínua, o compartilhamento de benefícios econômicos com a sociedade, principalmente com as comunidades locais, o uso futuro da área minerada, e finalmente a máxima integração do projeto mineiro com o desenvolvimento das comunidades vizinhas. E, para tanto se faz necessária a compreensão das percepções e expectativas dos atores sociais relacionados com a mineração, em todos os níveis, o que só é possível a partir do desenvolvimento de processos participativos no âmbito da sociedade.

Um exemplo prático de um impacto socioambiental é relatado por Oliveira e Pardo (2007), em estudos sobre impactos ambientais e conflitos ambientalistas, provenientes de uma fábrica de cimento Portland, instalada em Aracaju no ano de 1967 e as ações dos moradores do bairro América para desativá-la, ocorridas entre 1975 e 1984. As autoras ressaltam que a principal forma de ambientalismo é a mobilização da comunidade em defesa do seu espaço geográfico e contrária à devastação ambiental em nível local. A associação de atores sociais como moradores locais, cientistas, estudantes, ambientalistas e os demais grupos sociais se organizam para impedir a degradação de seus locais de moradia e trabalho.

#### **2.4 A Compensação Financeira por Exploração Mineral (CFEM)**

Para enfrentar o desafio da sustentabilidade da mineração, existem algumas normas jurídicas que tratam da questão ambiental na exploração mineral para que os impactos ambientais dessa atividade sejam minimizados. Além disso, existem normas relacionadas aos aspectos econômicos para garantir o melhor aproveitamento do ciclo mineral pela sociedade. Nesse contexto, a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) está prevista no art. 20, § 1º, da Constituição Federal de 1988, e merece destaque, por ser uma

das principais fontes de receita dos municípios mineradores que decorre diretamente da atividade de mineração.

É importante enfatizar que a atividade de mineração afeta positivamente os indicadores socioeconômicos relacionados à geração de renda para população, melhora as finanças dos municípios de base minerária, contribuindo para redução do desemprego e da pobreza, valorização e melhoria da qualidade de vida da população e da comunidade como um todo (OLIVEIRA; PARDO, 2007).

Os impactos positivos devem ser levados em conta para que não se corra o risco de serem tomadas atitudes que possam desencorajar empreendimentos minerários em regiões que os comportem e que possam se beneficiar com a instalação dos mesmos.

A CFEM tem um percentual que deve ser aplicado no município que gerou a receita e é, portanto, o que melhor contribui para o estudo dos impactos sociais no município arrecadador. Os municípios mineradores, com atividade de mineração formalizada, recebem essa compensação financeira, que é um fluxo de recursos que retorna ao município. A compensação pode ser considerada um indicador do impacto social da mineração nos municípios mineradores (LIMA; TEIXEIRA, 2006). Além de ser um indicador do valor da produção mineral em cada município, pode exercer um papel importante como gerador de mudanças sociais e de crescimento econômico (LIMA, 2007).

A Compensação Financeira é calculada sobre o valor do faturamento líquido, obtido por ocasião da venda do produto mineral. Entende-se por faturamento líquido o valor da venda do produto mineral, deduzindo-se os tributos (ICMS, PIS, COFINS), que incidem na comercialização, como também as despesas com transporte e seguro. Quando não ocorre a venda, porque o produto mineral é consumido, transformado ou utilizado pelo próprio minerador, então é considerada como valor, para efeito do cálculo da CFEM, a soma das

despesas diretas e indiretas ocorridas até o momento da utilização do produto mineral (BRASIL, 2009).

As alíquotas aplicadas sobre o faturamento líquido para obtenção do valor da CFEM variam de acordo com a substância mineral. Aplica-se a alíquota de 3% para minério de alumínio, manganês, sal-gema e potássio, 2% para ferro, fertilizante, carvão e demais substâncias, 0,2% para pedras preciosas, pedras coradas lapidáveis, carbonados e metais nobres e de 1% para ouro (BRASIL, 2009).

A distribuição dos recursos da CFEM se dá da seguinte forma: 12% para a União (IBAMA, DNPM, MCT), 23% para o Estado onde for extraída a substância mineral, e 65% para o município produtor que é aquele onde ocorre a extração. Caso a extração abranja mais de um município, deverá ser preenchida uma GUIA/CFEM para cada município, observando a proporcionalidade da produção ocorrida em cada um deles (BRASIL, 2009).

É garantida ao superficiário (proprietário do solo), nos regimes de concessão e licenciamento, participação no resultado da lavra, caso ele não seja o próprio minerador. Essa participação é de 50% do valor apurado para a CFEM, conforme estabelecido pela legislação (BRASIL, 1994).

Os recursos originados da compensação pela exploração não poderão ser aplicados em pagamento de dívida ou no quadro permanente de pessoal da União, dos Estados, Distrito Federal e dos Municípios. As receitas deverão ser aplicadas em projetos que, direta ou indiretamente, revertam em prol da comunidade local, na forma de melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e educação (BRASIL, 2009). Este recurso obtido a partir da CFEM tem por objetivo promover o desenvolvimento de alternativas econômicas para municípios de base minerária, uma vez que os rendimentos da mineração não são “*ad eternum*”.

Otto et al. (2006), em estudo sobre royalties no mundo, identificaram algumas características comuns nos sistemas de tributação da mineração, resumidas a seguir:

**África:** na maioria das nações africanas existe a cobrança de royalties. São encontrados casos de royalties *ad valorem* que permitem a dedução de alguns custos da receita das vendas. As alíquotas dos royalties *ad valorem* variam entre 0 e 12% nos países analisados, dependendo do país e do bem mineral. Em Gana existe uma escala progressiva para as alíquotas do royalty, de modo que uma alíquota mais elevada incide sobre empreendimentos muito lucrativos. É comum ser permitido o diferimento ou redução do royalty quando a conjuntura econômica é desfavorável.

**Ásia e Pacífico:** Em todos os países analisados no estudo existe cobrança de royalties. Os royalties *ad valorem* são predominantes, variando as alíquotas entre 2% e 3% para metais básicos. Comumente, o preço de referência considerado é o preço de mercado. A administração dos *royalties* pode ser centralizada, ter participação dos governos provinciais (China, Malásia, Paquistão), ou ficar inteiramente sob a responsabilidade dos governos estaduais (Austrália).

**América Latina:** Na maioria dos países há cobrança de royalties *ad valorem*. Exceções são o México e algumas províncias argentinas. Na Argentina, a administração dos royalties é descentralizada.

**América do Norte:** no Canadá, a maioria das jurisdições estabelece o pagamento de royalties baseados nos lucros ou receita líquida. Nos Estados Unidos, a tributação da mineração é altamente complexa, variando conforme a propriedade da terra onde os minerais ocorrem: federal, estadual ou terras indígenas. O governo federal não cobra royalties nas terras de sua propriedade. Já nas terras de propriedade dos estados, a cobrança é comum.

## 2.5 Uso e Ocupação do Solo Cárstico

As áreas de Carste por serem de interesse econômico são alvo de ação antrópica, em virtude da mineração, principalmente da extração do calcário para correção de solos, para construção civil e também na produção da Cal (Hidróxido de cálcio) que é usada, entre outros, como agente floclador no tratamento de água e de efluentes. É também um ingrediente de tintas, argamassa, gesso, asfalto. Enfim, são vários e diversificados os usos. Porém, se esta atividade é exercida de forma desorganizada e predatória, sem critério e planejamento, acaba por induzir a degradação de áreas de valor espeleológico, como a perda de flora e fauna endêmica, poluição das águas subterrâneas, pois o carste é um grande armazenador de água.

Vestena et al. (2002) relatam que analisar a problemática da ocupação e exploração de áreas de carste é primordial para se ordenar adequadamente o uso e a exploração do solo e subsolo. Entretanto nessas áreas, tais ações desconsideram as características físicas do ambiente cárstico no uso da terra, como potencialidade e riscos geotécnicos que são característicos desta paisagem.

As rochas calcárias e dolomíticas constituem a matéria-prima para a indústria produtora de cimento, cal e corretivos de solo. O uso de explosivos nas pedreiras para extração do mineral, quando a céu aberto, ocasiona poluição visual, sonora e atmosférica, além de provocar vibrações que desestabilizam tetos de cavidades subterrâneas, muito comuns nesse ambiente. Estas vibrações, quando ocorrem próximas à área urbana, podem causar danos também em moradias e construções.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Centro-Oeste mineiro apresenta algumas características interessantes e peculiares. Localiza-se, estrategicamente, entre dois eixos de desenvolvimento do Estado de Minas Gerais. O Eixo da Rodovia Federal – BR381 (Rodovia Fernão Dias) que liga Belo Horizonte a São Paulo e o Eixo da Rodovia Federal a BR 262 que liga Belo Horizonte ao Triângulo Mineiro. É cruzado, em toda sua extensão pela Rodovia Estadual MG 050 (Rodovia Nilton Penido), a Rodovia Federal BR 354, além de outros eixos rodoviários integrantes de sua malha. É cortada pelas redes ferroviárias com ramais para o sul e oeste, operados pela Ferrovia Centro Atlântica/Vale do Rio Doce.

A mesorregião do Oeste de Minas é formada por 44 municípios, divididos em 5 (cinco) microrregiões - Campo Belo, Divinópolis, Formiga, Oliveira e Piumhi. É uma região de alto índice de desenvolvimento humano (IDH), com uma economia diversificada, principalmente baseada na indústria e no setor de serviços (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).

A microrregião de Formiga é formada por oito municípios (TABELA 1). De acordo com o IBGE, censo 2010, sua população estimada para 2015 foi de 159.741 habitantes em uma área de 4.561,171Km<sup>2</sup> e uma densidade demográfica de 28,55 hab./km (FIGURA 4).

Figura 3 - Microrregiões de Formiga (IBGE, 2012), adaptado.

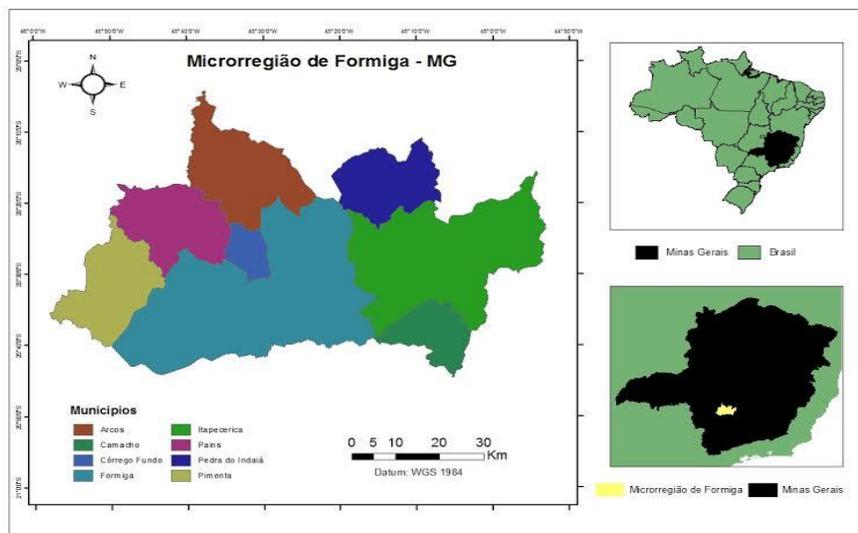


Tabela 1 - Municípios da Microrregião de Formiga- MG.

Municípios	População (hab.)	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade Demográfica (hab./km <sup>2</sup> )
Arcos	39.249	509,873	71,78
Camacho	3.109	223,001	14,14
Córrego Fundo	6.207	101,112	57,26
Formiga	68.040	1501,915	43,36
Itapeçerica	22.109	1040,519	20,54
Pains	8.351	421,862	19,00
Pedra do Indaiá	4.021	347,920	11,14
Pimenta	8.655	414,969	19,85
<b>Total</b>	<b>159.741</b>	<b>4.561,171</b>	<b>28,55</b>

Fonte: IBGE (2012), adaptado.

O município de Camacho conta com uma população de 3.109 habitantes, tem área 222,218 km<sup>2</sup> onde prevalece como bioma a Mata Atlântica, mas conta também com áreas de cerrado. Sua principal atividade econômica atualmente é a agropecuária.

O município de Itapecerica é bem extenso, com superfície total de 1040,519 km<sup>2</sup>, da qual 75% é montanhosa. Seu ponto mais alto é o Morro do Calado ou Morro das Antenas, situado na Serra do Barreiro, com uma altitude de 1.187 metros. O clima em Itapecerica é o tropical de altitude (Cwb), com verões amenos e úmidos, e invernos frios e secos. Os recordes de temperatura mais baixa e mais alta já registrados na cidade foram, respectivamente, 7,2°C e 37°C. Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março são os meses mais quentes, com temperaturas mínimas e máximas de 17°C e 28°C, e os meses mais frios são abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, com temperaturas mínimas e máximas entre 5°C e 21°C (IBGE, 2012).

O município de Pedra do Indaiá foi criado pela Lei Estadual nº. 2.764, de 30 de dezembro de 1962, como território desmembrado de Itapecerica. É constituído pelo único distrito da cidade, contado dos Povoados de Betânia, Lambari, Estiva, Coqueiros, Chapadão, Camargos, Mata dos Lemos, Medeiros, Grotta, Camarão, Vista Nova, Paivas e Cachoeira dos Paivas para formação de seu território.

O município de Pimenta fica situado entre os Rios Grande, que passa no município e o Rio São Francisco que passa próximo a ele. A cidade tem ao fundo a Serra da Pimenta ou Serra de Piunhi, que é uma das ramificações da Serra da Canastra. Esta serra é cortada pelo Rio Grande numa garganta que fica no distrito de Santo Hilário que pertence ao município de Pimenta. Santo Hilário, um arraial de 400 habitantes, recebeu este nome em homenagem ao naturalista francês August de Saint Hilaire. Pimenta teve sempre seu forte na agropecuária, mas caminha para o turismo, certamente seu grande futuro, como o de todas as cidades banhadas pelo Lago de Furnas (IBGE, 2012).

Formiga é o maior município da microrregião, com uma população estimada em 68.040 habitantes distribuídos em seus 1.501, 915 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2012). Está localizada a 196 km da capital do estado, Belo Horizonte. A altitude

máxima é de 1125m na serra Capão da Mata e mínima de 785m na represa de Furnas, alcançando 841,45m no ponto central da cidade. A vegetação do município é de transição entre Cerrado e Mata Atlântica. O clima predominante é o tropical de altitude, com temperatura média anual de 21,3°C - máxima anual de 28,7°C e a média mínima anual é de 15,8°C - e precipitação média anual de 1400 mm. O município conta com uma extensa rede hídrica, sendo os principais rios o Rio Formiga, Rio Mata Cavalo e Rio Pouso Alegre, além de 10 lagoas (PINTO, 2012). A cidade também é banhada pelo lago artificial de Furnas, situado a 20 km do município. Este compreende um reservatório com 23 bilhões de m<sup>3</sup> de água, superfície de 1457 km<sup>2</sup> de área inundada e 3,7 mil km de perímetro, sendo considerada a maior extensão de água do estado e um dos maiores lagos artificiais do mundo. A principal atividade de Formiga está no setor terciário, seguido da indústria (IBGE, 2012). Apesar de apresentar alguns locais de remanescente de floresta nativa, o crescimento urbano tem demandando intensamente o uso e ocupação do solo nestes locais (PINTO, 2012).

Os municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo apresentam uma base minerária muito proeminente, o que propiciou a instalação de várias empresas de mineração.

No município de Arcos encontram-se instaladas grandes empresas como a Lafarge, Belocal (Lhoist), Lagos, Mineração João Vaz Sobrinho (Cazanga), Agrimig, Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, entre outras. São responsáveis pela grande mão-de-obra gerada na cidade e região.

A economia do município de Córrego Fundo baseia-se, principalmente, na queima e beneficiamento da cal. Em segundo lugar vem a extração da pedra calcária, seguida da agropecuária, do comércio e prestação de serviços.

O município de Pains também abriga várias empresas como a Cal Oeste Ltda., Super Cal Pains, Mineração Ducal Ltda., Cal Ferreira Ltda., Solo Fértil

Indústria e Comércio Ltda., Brisolo/Brasical, Gecal Indústria e Comércio Ltda., também responsáveis por grande parte da mão-de-obra empregada.

De forma geral, as empresas têm uma estrutura relativamente fechada (empresas familiares), exploram o calcário, com objetivo da produção de calcário agrícola e também para matéria-prima para produção de cimento. Algumas atuam somente na transformação do mineral, e estão concentradas principalmente nos municípios de Arcos e Pains.

A atividade de mineração de calcário para produção de cimento e fertilizantes agrícolas é muito intensa nos municípios de Arcos e Pains e em menor escala no município de Córrego Fundo. Na paisagem dessa região desenvolve-se um relevo cárstico típico, em rochas calcárias do Grupo Bambuí, caracterizado pela presença de drenagens subterrâneas, paredões e maciços calcários com aspecto ruiforme, cavernamentos diversos, dolinas e sumidouros.



#### 4 O CALCÁRIO AGRÍCOLA

As principais entidades que publicam informações sobre a produção mineral mundial, como o USGS (*United States Geological Survey*), por meio do *Mineral Commodity Summaries*, e o *British Geological Survey*, dentre outros, não divulgam estatísticas mundiais específicas sobre as reservas e produção de calcário para fins agrícolas, em parte devido à falta de estatísticas fornecidas pelos respectivos países e, em parte, devido à dificuldade de caracterização da produção de calcário diferenciada da produção de outras rochas comumente consideradas como calcário. Ainda assim, o USGS sugere que as reservas mundiais de calcário e dolomito, mesmo não sendo estimadas especificamente, seriam adequadas para atender a demanda mundial durante muitos anos. Estima-se que as maiores reservas estejam com os maiores produtores mundiais.

Todas as rochas carbonáticas compostas predominantemente por carbonato de cálcio e, ou, carbonato de cálcio e magnésio (calcários, dolomitos, mármore, etc.), independentemente da relação CaO/MgO, são fontes para a obtenção de corretivos de acidez dos solos, portanto, as reservas brasileiras de calcário agrícola podem ser consideradas como as mesmas reservas brasileiras de calcário, independentemente de sua aplicação.

As reservas lavráveis de calcário no Brasil estão relativamente bem distribuídas pelos estados e, como em muitos países, representam centenas de anos de produção nos níveis atuais. Os estados que mais se destacam no contexto brasileiro são Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná e Goiás, que juntos detêm quase 60% das reservas medidas de calcário do país, além de Mato Grosso e Bahia. Segundo a Associação Brasileira dos Produtores do Calcário Agrícola (ABRACAL, 2014), no ano de 2014 a produção no Estado de Minas Gerais foi de 645,00 em milhões de toneladas.

Os dados sobre a produção brasileira de calcário destinado a corretivo da acidez dos solos foram obtidos por meio das informações prestadas nos

Relatórios Anuais de Lavra (RAL) apresentados anualmente ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) pelas empresas mineradoras. (TABELA 2)

Tabela 2 - Calcário agrícola - Principais estatísticas – Brasil.

Discriminação	2009 <sup>r</sup>	2010 <sup>r</sup>	2011 <sup>r</sup>	2012 <sup>r</sup>	2013 <sup>r</sup>
Produção (10 <sup>3</sup> t)	14,565	18.930	28.718	33.077	33.131
importação(10 <sup>3</sup> t)	-	-	-	-	-
Exportação(10 <sup>3</sup> t)	33,2	-	-	-	-
Consumo (10 <sup>3</sup> t)aparente <sup>1</sup>	14.022	18.263	28.201	31.973	31.980
Preço médio venda (RS/t)	23,76	25,23	29,00	31,52	34,90
Valor total da produção(10 <sup>3</sup> RS)	333.000	460.788	817.870	1.007.884	1.116.244

Fonte: Brasil (2014), adaptado.

(-): dado nulo, (r): revisado, <sup>(1)</sup> Consumo aparente: produção+importação exportação.

A produção nacional de calcário agrícola em 2013, quando comparada a 2012, mostrou um crescimento inexpressivo (inferior a 0,2%), apesar de a safra brasileira de grãos ter sido 16,2% superior ao ano de 2012, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A estrutura da produção não foi alterada em relação ao ano de 2012, apontando, ainda, o Centro-Oeste como a região de maior produção, com 38,2%, seguida do Sul com 26,6%, Sudeste com 23,0%, Norte com 7,7% e o Nordeste com 4,5%. Em 2013, os principais Estados produtores, responsáveis por cerca de 85% da produção nacional, foram: Mato Grosso, com 19,6%, Paraná, 15,0%, Minas Gerais, 13,9%, Goiás, 11,6%, Rio Grande do Sul, 9,7%, São Paulo, 8,2% e Tocantins, 7,2% (BRASIL, 2014).

De acordo com o Sumário Mineral, 2014, do DNPM, o consumo interno em 2013 não se alterou em relação a 2012, continuando a registrar o maior consumo dos últimos 20 anos. Entretanto, o consumo de calcário agrícola continua não acompanhando a evolução do consumo dos fertilizantes agrícolas,

os quais somente são plenamente potencializados quando o solo recebe calagem adequada. Desta forma, o setor agrícola vem desperdiçando recursos com fertilizantes por não utilizar uma relação ideal calcário/fertilizante. Segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL), para uma correção ideal do solo, o Brasil deveria consumir em média 63 milhões de toneladas de calcário agrícola por ano (BRASIL, 2014).

Na microrregião de Formiga, é inquestionável a importância da riqueza mineral local, tanto para a produção do calcário agrícola, quanto para a construção civil, não só para a região, mas para todo Estado de Minas Gerais. No entanto sua exploração deve ser feita dentro de parâmetros legais, cumprindo as normas de exploração e de recuperação dos ambientes explorados. A preservação do carste e de toda sua beleza pode conviver harmoniosamente com a mineração e as demais atividades aí existentes, desde que exista um planejamento integrado que considere a dinâmica e evolução da paisagem carstica. Para tal, além de fazer cumprir a legislação ambiental, é necessário o uso de todos os instrumentos de uma gestão ambiental eficiente e participativa.

Teixeira e Dias (2003), em estudos sobre o levantamento espeleológico da Região Carstica de Arcos, Pains, Doresópolis, Córrego Fundo e Iguatama, frente às atividades degradadoras, relatam que as singularidades cênicas e especificidades da geomorfologia da região, entre elas o patrimônio espeleológico, encontram-se altamente vulneráveis à degradação e até mesmo à extinção, principalmente devido à falta de conhecimentos específicos que permitam ressaltar a importância de tal acervo no contexto nacional, quiçá mundial.

Os autores acima concluíram ainda que, a definição de normas de regulamentação às particularidades da região, bem como a presença constante e mais incisiva de órgãos ambientais poderá contribuir para a reversão do quadro

de risco em que se encontravam as cavernas e outros componentes do carste, na época do estudo.

## **5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MICRORREGIÃO DE FORMIGA**

### **5.1 Clima**

Tendo como base a estação meteorológica próxima à área de estudo (Bambuí), a classificação climática de Köppen é do tipo Cwa, clima temperado brando, com verão quente e úmido e inverno seco. Temperatura média anual de 20° C, sendo julho o mês mais frio e janeiro o mais quente, com 16,3° e 23,3°, respectivamente. A precipitação média anual corresponde a 1344 mm.

### **5.2 Geologia**

As regiões cársticas normalmente são áreas de grande interesse econômico e hidrogeológico porque, na maioria das vezes, possuem bons solos para agricultura, não apresentam drenagem superficial, possuem valiosas reservas de água no subsolo e tem grande importância econômica e ambiental. Na paisagem dessa região desenvolve-se um relevo cárstico típico, em rochas calcárias do Grupo Bambuí, caracterizado pela presença de drenagens subterrâneas, paredões e maciços calcários com aspecto ruiforme, cavernamentos diversos, dolinas e sumidouros.

A região está situada na extremidade sudoeste da porção meridional do cráton do São Francisco, onde afloram rochas carbonatadas, pelíticas e raros conglomerados que constituem a base estratigráfica no limite sul dos afloramentos do grupo pré-cambriano Bambuí que se encontra em contato discordante com rochas do embasamento granito-gnáissico a leste, e com os filitos e quartzitos do grupo Canastra, por meio de falha inversa ou de empurrão a oeste (MUZZI MAGALHÃES, 1989).

Sobrepostas às rochas do embasamento, repousam as rochas do Grupo Bambuí, representadas por uma extensa cobertura metassedimentar, composta por uma mega sequência pelito-carbonatada (subgrupo Paraopeba) anterior às sequências siliclásticas de seu topo (Formação Três Marias) de idade

Neoproterozóica (DARDENNE, 1978). Ocorrendo rochas metassedimentares pelíticas e carbonáticas intercaladas. Com isso, sugere-se uma correlação com a formação Sete Lagoas, pois, em quase toda a região, observa-se uma sequência litológica de calcários dolomíticos sobrepostos a calcários calcíticos. Intercalados entre os dois, há por vezes um nível métrico de calcário dolomítico estromatolítico (LOPES, 1995). Em decorrência de sua geologia, a região abriga recursos naturais diversificados e de grande importância econômica. Dentre estes, as rochas carbonáticas (calcários e dolomitos) adequadas à produção da cal, cimento e corretivos agrícolas.

### 5.3 Vegetação

Em áreas cársticas, verifica-se o predomínio de vegetação estacional, com Floresta Estacional Semidecidual, sendo este tipo vegetacional conhecido na área em estudo como *Mata de Pains* (URURAHY et al., 1983). A Floresta Estacional Decidual, desta região, indica seus agrupamentos remanescentes mais expressivos nos topos de morro, Figura 5, cercando afloramentos calcários e cursos d'água.

Figura 4 - Vegetação de Floresta Estacional Semidecidual.



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Com fisionomia sempre verde nos meses de chuva e muito seca em épocas de estiagem, esta vegetação vem desaparecendo em decorrência da extração mineral e também em função da atividade agrícola e pecuária. O cerrado, por sua vez, apresenta-se em pequenas manchas, esparsas, que conseguiram sobreviver ao incremento das atividades econômicas como minerações, indústrias de calcinação e agropecuária (MELO, 2008; MELO; CARVALHO, 2007; MELO; LOMBARDE, 2004).

Por estar localizada numa área de transição entre as fitofisionomias de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, a região consiste de um mosaico territorial. A vegetação primitiva da região, a Floresta Estacional Semidecidual, encontra-se bastante devastada, limitando-se a fragmentos florestais entre áreas de uso antrópico.

Estudos de composição arbórea em florestas estacionais semidecíduais no estado relatam que os gêneros com maior riqueza de espécies são *Miconia*, *Ocotea*, e *Eugenia*, caracterizando esse tipo de formação florestal (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000). As famílias mais representativas são Fabaceae, Myrtaceae e Lauraceae (CERQUEIRA; GIL; MEIRELES, 2008; DALANESI; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2004; RODRIGUES et al., 2003). Em estudo na Mata de Pains, considerando os indivíduos arbustivos e arbóreos, os gêneros mais representativos são: *Piper*, *Psychotria*, *Solanum*, *Trichilia*, *Nectandra*, *Casearia*, *Croton*, *Eugenia*, *Ficus*, *Guarea*, *Lonchocarpus* (MELO, 2008).

#### **5.4 Solos**

Classificados em sua maioria como podzólicos vermelho amarelo eutróficos, os solos da região cárstica são decorrentes da decomposição dos calcários. E em sua maior parte, mostram-se espessos, porém com processos erosivos laminares e em sulcos facilmente instaláveis indicando a necessidade de proteção quanto a fenômenos erosivos. São solos de grande fertilidade natural,

os quais por serem ocorrentes em relevo suave ondulado se prestam bastante para a agricultura desde que utilizadas técnicas adequadas de conservação de solos (INSTRUTEC, 2003).

### **5.5 Hidrografia**

A área de estudo compreende as duas sub-bacias hidrográficas contíguas: ribeirão dos Patos (530 Km<sup>2</sup>) e rio São Miguel (520 Km<sup>2</sup>), as quais estão delimitadas pelas coordenadas 28°08' a 20°30' de latitude sul e 45°30' a 45°58' de longitude oeste, ambas tributárias diretas do alto do rio São Francisco (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002).

O sistema hidrográfico da região localiza-se entre a bacia hidrográfica do Alto São Francisco e a bacia hidrográfica do Rio Grande. A maior parte da área delimitada já referida, pertence à bacia do São Francisco e para esta correm os seus principais rios. Já ao sul, uma parte da área delimitada, nos municípios de Córrego Fundo e Formiga, pertence à bacia do Rio Grande. Diante da sua localização e da sua organização, é notável a importância do potencial de recarga hídrica deste aquífero cárstico, no contexto dessas importantes bacias hidrográficas.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo realizado permite uma reflexão acerca de temas relacionados à microrregião de Formiga, à gestão de suas áreas mineradas, e também da avaliação dos impactos socioambientais gerados pela mineração. Pode-se constatar que há necessidade de criação de mecanismos para uma Avaliação Ambiental Estratégica, com intuito de minimizar os impactos gerados pela atividade.

Detecta ainda a necessidade de um incremento de estudos científicos abordando a importância do ambiente carstico e da riqueza dos seus componentes bióticos e abióticos. A complementação deste estudo pode ser feita a partir de estudos relacionados ao ambiente carstico e que possam subsidiar a formulação de normas legais que tratem da preservação destes ambientes que o relevo carstico abriga e em consequência, a preservação e conservação de ambientes raros e ameaçados.



## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DO CALCÁRIO AGRÍCOLA. **Calcário agrícola**. 2014. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/calcario-agricola-sumario-mineral-2014>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- BACCI, D. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. Aspectos principais e impactos de pedreiras em área urbana. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 1, n. 59, p. 47-54 jan./mar. 2006.
- BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A. Evolução da legislação ambiental no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Rio Grande, v. 2, n. 3, 2009. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=3845](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=3845)>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- BORGES, L. de F.; MARTINEZ, J. E. A. **Mineração e desenvolvimento sustentável: a visão do Brasil: ensaios sobre a sustentabilidade da mineração no Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 216 p.
- BRASIL. **Decreto nº 23.979**, de 8 de março de 1934. Extingue no Ministério da Agricultura a Diretoria Geral de Pesquisas Científicas, criada, pelo decreto nº 22.338, de 11 de janeiro de 1933, aprova os regulamento das diversas dependencias do mesmo Ministério, consolida a legislação referente à reorganização por que acaba de passar e dá outras providências. Rio de Janeiro, 1934. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23979-8-marco-1934-499088-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 16 mar. 2016.
- BRASIL. **Lei nº 8.901**, de 30 de junho de 1994. Regulamenta o disposto no § 2º do art. 176 da Constituição Federal e altera dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Código de Mineração adaptando-o às normas constitucionais vigentes. Brasília, DF, 1994. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8901.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8901.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário mineral brasileiro**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro-2010>>. Acesso em: 20 set. 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário mineral 2008**. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2008/calcarioagricola.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário mineral 2014**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/calcario-agricola-sumario-mineral-2014>>. Acesso em: 6 jan. 2016.

CALAES, G. D. **Análise comparativa da competitividade do setor mineral nacional**: projeto Estal - projeto de assistência técnica ao setor de energia. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2009. 95 p. (Relatório Técnico, 6).

CARSALADE, F. L. Mineração em Minas Gerais: território e paisagem cultural. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE RECONVERSÃO DE TERRITÓRIOS, 1., 2012, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Ed. UFMG-Escola de Arquitetura e Urbanismo, 2012. 1 CD-ROM.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. **Ferramenta de pesquisa e banco de dados Mineral Data, do Ministério de Ciência e Tecnologia**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://w3.cetem.gov.br:8080/mineraldata/app>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

CERQUEIRA, R. M.; GIL, A. dos S. B.; MEIRELES, L. D. Florísticas das espécies arbóreas de quatro fragmentos de Floresta estacional semidecídua montana na fazenda Dona Carolina: Itatiba/Bragança Paulista, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 33-49, 2008.

DALANESI, P. E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; FONTES, M. A. L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 737-757, 2004.

DARDENNE, A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE GENÉTICA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Recife: SBG, 1978. v. 2, p. 597-610.

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2006. 232 p.

ENRÍQUEZ, M. A. R. da S. **Maldição ou dádiva?:** os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira. 2007. 449 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável)-Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE cidades 2012**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades@. **Minas Gerais: Arcos: censo demográfico 2010: características urbanísticas do entorno do município**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=310420&idma=89&search=minas-gerais|arcos|censo-demografico-2010:-caracteristicas-urbanisticas-do-entorno-dos-domicilios->>>. Acesso em: 9 jan. 2016.

INSTRUTEC. **Estudo e relatório de impacto ambiental: plano de controle ambiental - Mineração Garoca Ltda., sítio Boqueirão do Cavalo, Pains. Belo Horizonte: Protocolo FEAM, 2003**. Disponível em: <<https://www.masterambiental.com.br/consultoria-ambiental/licenciamento-e-estudos-ambientais/estudo-de-impacto-ambiental/>>. Acesso em: 10 set. 2013.

LIMA, M. H. R. **A indústria extrativa mineral: algumas questões socioeconômicas**. In: \_\_\_\_\_. **CT 2007-112-00: comunicação técnica elaborada para capítulo do livro Tendências Tecnológica Brasil 2015: geociências e tecnologia mineral**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. cap. 4, p. 303-326.

LIMA, M. H. R.; TEIXEIRA, N. S. O trabalho infantil em cadeias produtivas de base mineral. In: CASTILHOS, Z.; LIMA, M. H. M. R.; CASTRO, N. F. (Org.). **Gênero e trabalho infantil na pequena mineração**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2006. p. 76-93.

LOPES, J. N. **Faciologia e gênese dos carbonatos do grupo Bambuí na região de Arcos, Minas Gerais, São Paulo**. 1995. 166 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MELO, P. H. A. **Flora vascular associada aos afloramentos de rocha carbonática no interior do Brasil**. 2008. 79 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MELO, P. H. A.; CARVALHO, D. A. Vegetação relacionada ao afloramentos calcários no Brasil: Minas Gerais, Goiás, e Bahia. In: CONGRESSO

NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. 1 CD-ROM.

MELO, P. H. A.; LOMBARDI, J. A. Flora vascular relacionada a afloramentos calcários em Pains/Arcos/Iguatama, MG, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 55., 2004, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: Sociedade Botânica do Brasil, 2004. 1 CD-ROM.

MENEGASSE, L. N.; GONÇALVES, J. M.; FANTINEL, L. M.  
**Disponibilidades hídricas na Província Cárstica de Arcos-Pains e Doresópolis - Alto São Francisco, Minas Gerais. Revista de Águas Subterrâneas**, n. 16, p. 1-19, maio 2012.

MUZZI MAGALHÃES, P. **Análise estrutural das rochas do grupo Bambuí na porção sudoeste da bacia do São Francisco**. 1989. 105 p. Dissertação (Mestrado em Geologia)-Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1989.

OLIVEIRA, V. M. S.; PARDO, M. B. L. Fábrica de cimento Portland: impactos ambientais e gestão de conflitos ambientalistas no bairro América (1975-1984). **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 3, n. 5, 2007. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1197>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4, p. 793-810, 2000.

OTTO, J. et al. **Mining royalties: a global study of their impact on investors, government, and civil society**. Washington: The World Bank, 2006. 320 p.

PINTO, R. C. A. **Percepção de impactos ambientais: o caso da lagoa do Fundão no Município de Formiga - Minas Gerais**. 2012. 123 p. Monografia (Graduação em Geografia)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PONTES, J. C.; FARIAS, M. S. S.; LIMA, V. L. A. Mineração e seus reflexos socioambientais: estudo de impactos de vizinhança (EIV) causados pelo desmonte de rochas com uso de explosivos. **Revista Polêmica**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, jan./mar. 2013. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/5277>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

RODRIGUES, L. A. et al. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Luminárias, MG. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 71-87, 2003.

SAINT-HILAIRE, A. de. **Viagem às nascentes do rio São Francisco - 1847**. São Paulo: EDUSP; Belo Horizonte: Itatiaia, 1975. 2 v.

SILVA, O. P. da. A mineração em Minas Gerais: passado, presente e futuro. **Revista Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, jul. 1995. Disponível em: <<http://general.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/217/196>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

TEIXEIRA, P. S.; DIAS, M. S. Levantamento espeleológico da região cárstica de Arcos, Pains, Doresópolis, Córrego Fundo e Iguatama, frente às atividades degradadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27., 2003, Januária. **Anais...** Januária, 2003. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SN4kFIn8OKkJ:www.sbe.com.br/pains/levantamento%2520espeleologico%2520-%2520pains.pdf+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

URURAHY, J. C. C. et al. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RadamBrasil**. Rio de Janeiro, 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, 32).

VESTENA, L. R. et al. Considerações sobre gestão ambiental em áreas carste. **RA'EGA**, Curitiba, v. 4, n. 6, p. 81-94, 2002.

VILLAS BÔAS, R. C. **Indicadores de sustentabilidade para indústria extrativa mineral**: estudos de casos. Rio de Janeiro: CETEM/MCT/CNPq, 2011. 56 p.

WORLD BANK. Sharing experience: enhancing the benefits to communities from extractive industry projects. In: COMMUNITY-DRIVEN DEVELOPMENT WORKSHOP, IFC/WORLD BANK, 2006, Washington. **Proceedings...** Washington, 2006. Disponível em: <<http://slideplayer.com/slide/7550884/>>. Acesso em: 11 jan. 2016.



**SEGUNDA PARTE - ARTIGOS**

**ARTIGO 1 - CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS DA MINERAÇÃO  
DE CALCÁRIO NA MICRORREGIÃO DE FORMIGA, MG**

Cláudia de Oliveira Gonçalves Nogueira<sup>1</sup>

**ARTIGO FORMATADO DE ACORDO COM A NBR 6022 (ABNT, 2003).**

---

<sup>1</sup> Doutoranda no Departamento de Ciências Florestais. Universidade Federal de Lavras, UFLA. claudiaogn@gmail.com

## RESUMO

Este estudo caracteriza os impactos socioambientais da mineração de calcário na microrregião de Formiga. Aborda, por meio de uma revisão bibliográfica questões relacionadas aos impactos decorrentes da mineração de calcário na Microrregião de Formiga, MG, com ênfase na qualidade socioambiental e na contrapartida oferecida aos municípios pela extração mineral. A mineração de calcário gera impactos negativos no ambiente físico, no meio biótico e também no patrimônio espeleológico. Mesmo gerando empregos é irrisória a contrapartida pela CFEM, visto que esta pouco contribui para a melhoria da infraestrutura dos municípios em estudo.

**Palavras-chave:** Carste. Compensação Financeira. Meio Ambiente. Passivo Ambiental.

*Characterization of Limestone Mining in the micro-region of Formiga, MG,  
and its Social and Environmental Impacts.*

**ABSTRACT**

This study analyzes the environmental impacts of limestone mining in micro-region of Formiga. Addresses, through a literature review issues related to the impacts of limestone mining in these area, with an emphasis on social and environmental quality and the counterpart offered to municipalities by mineral extraction. The limestone mining creates negative impacts on the physical environment, biotic environment and in the speleological patrimony. Even creating jobs, the CFEM return is derisory, as this does little to improve the infrastructure of the municipalities evaluated.

**Key-words:** Karst. Financial Compensation. Environment. Environmental Liabilities.

## 1 INTRODUÇÃO

A mineração na microrregião de Formiga- MG teve seu início nos municípios de Arcos e Pains entre as décadas de 1960 e 1970, e se caracterizou inicialmente por uma atividade sem planejamento, executada empiricamente. Como resultado foram deixados diversos passivos ambientais em várias áreas, principalmente nas microbacias dos Rios São Miguel e Santo Antônio, pertencentes à Bacia do Rio São Francisco.

Por se tratar de região cárstica, a ocorrência de afloramentos de rocha carbonática facilitou a exploração mineral. Paralela à mineração, existem ainda fornos de semi contínuos, ou "fornos de barranco", onde ocorre a transformação do carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) em óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ).

A região possui considerável riqueza natural. Nos municípios de Arcos e Pains concentram-se uma das maiores reservas nacionais do recurso natural calcário atraindo indústrias como: Belocal (Lhoist), Lagos Indústria Química, Mineração João Vaz Sobrinho (Cazanga), Agrimig Calcário Agrícola, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Cal Oeste Ltda. (COL), Super Cal Pains, Mineração Ducal, Cal Ferreira Ltda., Solo Fértil Indústria e Comércio Ltda., Brisolo/Brasical, Indústria de Calcinação Ltda. (Ical), Gecal Indústria e Comércio, entre outras. Tem-se na região um verdadeiro cluster formado pela imensidão destas reservas, gerando emprego à população local, visto que as empresas são responsáveis pela maior parte da mão-de-obra empregada. Entretanto, o retorno financeiro ou contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais para estes municípios é pouco expressiva.

Se por um lado os afloramentos calcários atraem empreendimentos minerários, a atividade propicia alteração drástica da paisagem com consequente degradação dos ecossistemas ali existentes, que se destacam pela relevância espeleológica, além da emissão de materiais poluentes na atmosfera.

Este estudo pretende descrever e caracterizar os impactos decorrentes da mineração de calcário na microrregião de Formiga, MG, com ênfase na qualidade socioambiental e na contrapartida oferecida ao município pela extração mineral.

## **2 CRONOLOGIA DA LEGISLAÇÃO PERTINENTE**

No período republicano, em 1907, foi criado o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, vinculado ao Ministério de Estado da Indústria, Viação e Obras Públicas, pelo Decreto nº 6.323/1907 (BRASIL, 1907).

Em 1933, foram criadas a Diretoria-Geral de Pesquisas Científica, subordinada ao Instituto Geológico e Mineralógico do Brasil (que substituíra o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil) e a Diretoria-Geral de Produção Mineral, vinculada ao Ministério da Agricultura (BRASIL, 1933).

O Decreto 23.979/1934 criou o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), sendo extinta a Diretoria-Geral de Pesquisas Científicas (BRASIL, 1934).

Em 1940, o primeiro instrumento diretamente relacionado à mineração foi criado - o Código de Minas, que definiu os direitos sobre as jazidas e minas, seu aproveitamento e regulamentou a intervenção do Estado na mineração e fiscalização das empresas (BRASIL, 1940). Em 1967, foi redigido e transformado no Código da Mineração (BRASIL, 1967).

O Ministério de Minas e Energia (MME) foi criado em 1960, sendo o DNPM incorporado a ele. (BRASIL, 1960). A constituição de 1988 instituiu a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios, e aos órgãos da administração da União (BRASIL, 1988).

O MME foi extinto e substituído pelo Ministério da Infraestrutura, incorporando o DNPM, em 1990 (BRASIL, 1990b). Porém em 1992 voltou a ser criado o MME (BRASIL, 1992) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) foi instituído como sua autarquia (BRASIL, 1994). Desde então foram criadas inúmeras portarias, instruções normativas e outros marcos legais que regularizam a exploração mineral no país.

O Projeto de Lei (PL) nº 5.807/2013, que tramita no Congresso, pretende atualizar o Código de Mineração (BRASIL, 1967) e dispõe sobre a CFEM. O PL promove alterações como: criação do Conselho Nacional de Política Mineral (CNPM); Criação da Agência Nacional de Mineração (ANM), substituindo o atual DNPM; aumento da alíquota da CFEM e introdução de outros pagamentos.

Sob o aspecto tributário, este novo Marco Regulatório mudaria a base de cálculos da CFEM, da receita líquida para o faturamento bruto das empresas, podendo aumentar de 3% para 4% no caso de minerais não metálicos, incrementando o orçamento dos estados e municípios que convivem com a atividade minerária.

A tramitação do PL retoma discussões acerca da atividade mineral do Brasil, e pode trazer profundas reformas ao setor. Porém, ainda há secundarização das questões socioambientais em detrimento das financeiras e econômicas e, também, dos próprios sujeitos atingidos pela mineração e da sociedade civil. Se bens minerais são bens da União, a forma, o ritmo e a destinação dos benefícios da sua exploração devem ser fruto de um debate democrático nacional que resulte em um planejamento público sobre o tema (BITTENCOURT, 2013; OLIVEIRA; PEREIRA, 2013).

Com relação à legislação específica para o patrimônio espeleológico, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 5 de 1987 aprovou o programa nacional de proteção ao patrimônio espeleológico. A Constituição Brasileira de 1988 reconhece as cavernas como bens da União e pelo Decreto nº 99.556 de 1990 dispõe sobre a proteção destas cavidades. Em 1997, foi criado pelo IBAMA o Centro de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV), incumbido da condução à execução das políticas públicas (BRASIL, 1988, 1990a).

### 3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA REGIÃO DE ESTUDO

A Microrregião de Formiga é formada por oito municípios (Arcos, Camacho, Córrego Fundo, Formiga, Itapeçerica, Pains, Pedra do Indaiá, Pimenta), contando com uma população atual de 159.741 habitantes, em uma área de 4.561,171 Km<sup>2</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012). A extração mineral é relevante nos municípios de Arcos, Pains, sendo estes o foco do estudo.

A paisagem da região é composta por relevo cárstico típico, com rochas calcárias do Grupo Bambuí, caracterizado pela presença de drenagens subterrâneas, paredões e maciços calcários com aspecto ruiforme, cavernamentos diversos, dolinas e sumidouros (IBGE, 2012).

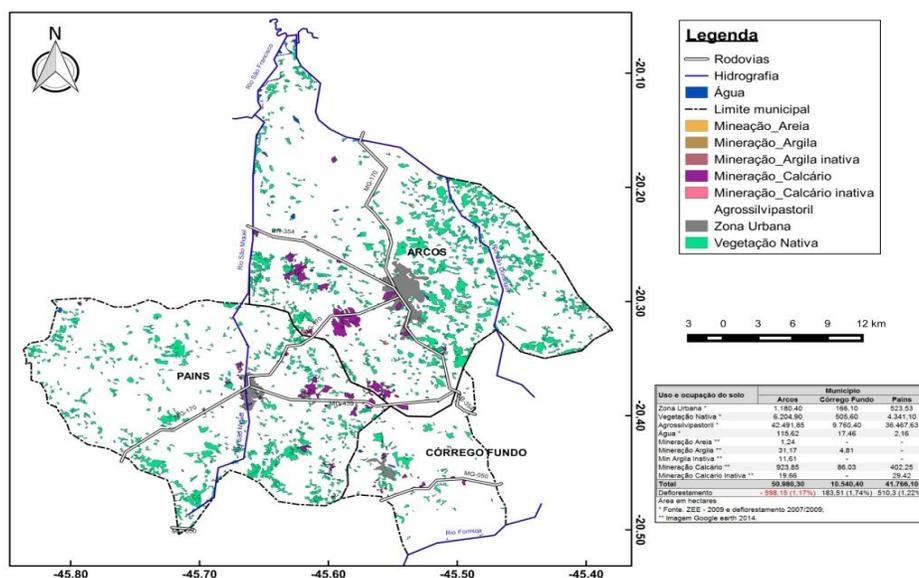
O bioma característico da região é o cerrado, com gradações que vão das gramíneas, do campo limpo à vegetação densa e de maior porte, cerradão (RADAM BRASIL, 1983). Nas áreas cársticas, verifica-se um caráter estacional da vegetação de florestas estacional decidual, sendo este tipo vegetacional conhecido na região como “Mata de Pains”, ocorre entre as altitudes de 500 a 800 m, revestindo os afloramentos calcários (BARBOSA, 1961). As formações florestais se encontram restritas às áreas de maciços rochosos e por pequena porção ao seu entorno, assim como na faixa marginal dos cursos d'água, caracterizando uma estreita mata ciliar (MELO, 2008).

A região localiza-se entre a bacia hidrográfica do Alto São Francisco e a bacia hidrográfica do Rio Grande. Sendo sua maior porção pertencente à bacia do Rio São Francisco e para onde correm seus principais rios. Ao sul, nos municípios de Córrego Fundo e Formiga, pertencem à bacia do Rio Grande (TEIXEIRA; DIAS, 2003).

As áreas de mineração de calcário em atividade e inativas, áreas com mineração de areia ativas e inativas, assim como a zona urbana, hidrografia,

vegetação nativa e as rodovias de acesso nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo estão representadas no mapa abaixo (Figura 1a e b).

Figura 1 - Áreas de mineração de calcário, vegetação nativa, hidrografia e zona urbana nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo.



Uso e Ocupação do solo em Ha	Municípios		
	Arcos	Córrego Fundo	Pains
Zona Urbana*	1.180,40	166,10	523,53
Vegetação Nativa *	6.204,90	505,60	4.341,10
Agrossilvipastoril*	42.429,90	9.760,40	36.467,63
Água*	115,62	17,46	2,16
Mineração de areia**	1,24	--	--
Mineração de Argila**	31,17	4,81	--
Mineração de Argila inativa**	11,61	--	--
Mineração de calcário**	923,85	86,03	402,25
Mineração de calcário inativa**	19,66	--	29,42
<b>TOTAL</b>	<b>50.980,30</b>	<b>10.540,40</b>	<b>41.766,10</b>
Desflorestamento	598,15 (1,17%)	183,51 (1,74%)	510,30 (1,22%)

\*Fonte: Desflorestamento 2007/2009 (ZONEAMENTO..., 2009)

\*\* Imagem Google Earth 2014

Fonte: Dados da pesquisa

#### **4 CARACTERIZAÇÃO DAS JAZIDAS DE CALCÁRIO**

Inserida no quadro geomorfoestrutural do Cráton do São Francisco e na unidade Depressão do Alto São Francisco (RADAM BRASIL, 1983), a região foi mapeada como carste descoberto em exumação, com modelos de dissolução, caracterizando-se por extensos maciços calcários com escarpamentos desenvolvidos em ângulos de 90° e paredões marcados por lapiás e estruturas ruiformes, cursos d'água intermitentes, drenagens predominante subterrânea intercalando sumidouros e ressurgências, dolinas de dissolução (FÉLIX; FREITAS JUNIOR, 2000).

O principal constituinte mineralógico do calcário é a calcita (carbonato de cálcio –  $\text{CaCO}_3$ ), podendo conter menores quantidades de carbonato de magnésio, sílica, argila e outros minerais. É encontrado extensivamente em todos os continentes, e extraído de pedreiras de depósitos que variam em idade, desde o Pré-Cambriano até o Holoceno (SAMPAIO; ALMEIDA, 2009). Porém sua ocorrência com elevada pureza corresponde a menos de 10% das reservas de carbonatos lavradas em todo mundo (FREAS; HAYDEN; PYOR, 2006).

## **5 MÉTODO DE LAVRA**

O método de lavra utilizado na exploração das substâncias minerais é determinante do nível e extensão do impacto ambiental. A escolha do método mais adequado depende de certas características das jazidas e de fatores externos não controláveis (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005).

A maior parte das jazidas de calcário é lavrada a céu aberto (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005). As principais etapas são: decapeamento, perfuração, desmonte por explosivos e transporte até a usina de processamento (BACCI; LANDIM; ESTON, 2006). O decapeamento é o elemento-chave no custo da lavra a céu aberto, destacando aqui os impactos ambientais decorrentes do desmonte da rocha com explosivos que causam abalos sísmicos, emissão de gases e poeira, e o ultralancamento de sedimentos rochosos (PONTES; FARIAS; LIMA, 2013; SAMPAIO; ALMEIDA, 2009).

## **6 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO NA MICRORREGIÃO DE FORMIGA**

### **a- Impacto sobre o meio físico**

Em áreas de afloramento de rochas calcárias a mineração se revela atividade atrativa economicamente, mas pode acelerar os acidentes geotécnicos por meio de vibrações produzidas pelo uso de explosivos nas pedreiras, que se propagam em subsuperfície. São causados danos às estruturas e fundações em áreas urbanas, desestabilização do teto das cavidades, potencialização do risco de abatimento do terreno, a poluição visual, sonora e atmosférica (PONTES; FARIAS; LIMA, 2013; SAMPAIO; ALMEIDA, 2009; VESTENA et al., 2010).

Haddad e Magalhães Junior (2010), em estudos sobre a influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais, relatam que o fator de poluição mais evidente é o lançamento de esgotos da ocupação urbana, responsável pela contaminação microbiológica, e ocorrência de esquistossomose no trecho do médio curso do rio. Segundo os mesmos autores os efeitos de atividades agropecuárias se evidenciaram no período das chuvas em função da erosão do solo nos trechos do alto e baixo curso do rio. No estudo os autores observam que o impacto da principal atividade econômica regional, a mineração de calcário, não se refletiu com clareza na qualidade da água.

Estudos acerca dos impactos ambientais associados à desmonte de rochas com uso de explosivos mostram que poluição sonora provocada pelas atividades de mineração está relacionada ao ruído das detonações, do trânsito de caminhões e máquinas, e dos equipamentos utilizados no beneficiamento. Para os moradores vizinhos às empresas, o incômodo ambiental maior é provocado pelas explosões (desmontes de bancadas e fogachos), porque normalmente os outros ruídos, de menor intensidade, são diluídos pela distância e grandeza do espaço ocupado pela mineração e, às vezes, atenuados por uma cortina vegetal

(FERREIRA; DAITX; DALLORA NETO, 2006; MARTINS NETO; RAMALHO, 2010).

Poeira, ou material particulado em suspensão, é gerada em operações de desmonte de rochas durante a perfuração do maciço pela ação das ferramentas de corte, aliado à limpeza do furo com o uso de ar comprimido, e durante a detonação com a ejeção de material constituinte do tampão e de fragmentos gerados. O lançamento de material particulado fino (poeira) para a atmosfera decorre também das atividades de cominuição e classificação dos fragmentos rochosos, sendo suas principais fontes emissoras as operações de britagem, classificação, transferência, estocagem, carregamento e transporte (FERREIRA; DAITX; DALLORA NETO, 2006).

Além de causar desconforto ambiental, a poeira é também nociva à saúde humana, provocando diversas doenças no sistema respiratório, das quais as mais graves são as pneumoconioses. As pessoas mais afetadas são aquelas que trabalham diretamente junto aos focos emissores de poeira (constituindo uma questão de saúde ocupacional), mas em graus variáveis afeta também os moradores das áreas circunvizinhas às minerações (FERREIRA; DAITX; DALLORA NETO, 2006; MIRANDA, 2012).

#### **b- Impacto sobre o meio biótico.**

Estudos botânicos sobre a flora vascular associada aos afloramentos de rochas carbonáticas no interior do Brasil registraram 400 espécies, distribuídas em 270 gêneros e 78 famílias. Estas espécies são também encontradas nos afloramentos calcários dos municípios de Arcos, Pains, Iguatama e Doresópolis (MELO, 2008; MELO; CARVALHO, 2007; MELO; LOMBARDI, 2004).

A remoção do solo e supressão da cobertura vegetal, além de diminuir a diversidade das comunidades, alteram a microbiota edáfica

(ALBUQUERQUE et al., 2011; ZEPPELINI et al., 2009) e reduzem a viabilidade de recuperação ambiental (SILVA et al., 2009).

O solo possui três funções básicas, sendo ecológica (abrigar micro e macro fauna, filtrando a água da chuva que chega ao lençol freático); econômica (capacidade de produzir através do manejo agrícola e de oferecer diversos minerais que podem ser utilizados da forma natural ou industrializados); social (servir de substrato para edificações humanas, onde as sociedades vivem e desenvolvem suas diversas atividades). Considerando estas atribuições, a função ecológica é muito afetada pela mineração em função da supressão da cobertura vegetal e consequente destruição de habitats; exposição do solo à ação direta das chuvas, dos ventos e dos raios solares; alterações no clima local; migração e morte de animais e alteração na cadeia alimentar (NUNES; FARIAS FILHO, 2012).

Os ecossistemas subterrâneos, presentes em áreas de relevo carstico, são dotados de elevada riqueza faunística, espeleológica, paleontológica, arqueológica. Possuem rios subterrâneos que funcionam como reservatórios de água (MIRANDA, 2012), e são impactados de forma direta pela atividade mineral nesta região.

### **c- Impacto sobre o patrimônio espeleológico**

Estudos sobre o levantamento espeleológico da Região Cárstica de Arcos, Pains, Doresópolis, Córrego Fundo e Iguatama relatam que as singularidades cênicas e especificidades da geomorfologia da região, entre elas o patrimônio espeleológico, encontram-se altamente vulneráveis à degradação e até mesmo à extinção (TEIXEIRA; DIAS, 2003).

O projeto Pains Arcos Espeleologia (PROAPE), em relatório conclusivo, listou dezessete áreas consideradas sensíveis, por suas características de baixa resiliência, que estão sofrendo impactos ambientais diversos resultantes dos

empreendimentos minerários, e de ocupação urbana e rural. Estas áreas ainda conservam parte de seu patrimônio espeleológico, principalmente cavidades, e todas envolvem maciços de rochas calcárias com ocorrência de cavidades significativas tanto em quantidade como qualidade (MINAS GERAIS, 2012).

Tamanha é a importância da proteção às áreas de relevos cársticos que o Atlas para Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais, elaborado pela Fundação Biodiversitas, reconhecendo-as como áreas de extrema vulnerabilidade, recomendou expressamente exigir, no licenciamento ambiental de atividades modificadoras do meio ambiente a serem desenvolvidas em áreas de ocorrência de rochas solúveis, avaliação específica de seus impactos sobre o patrimônio cultural, arqueológico, paleontológico e espeleológico nelas existentes (GOMES et al., 2005).

Nas últimas três décadas, somente para as regiões de Arcos, Dorésópolis e Pains, a mineração ao se expandir em 546,88 ha impactou 49 cavernas e 153,68 hectares de área que estão dentro do limite de 250m estipulados como área de proteção ambiental pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (SOUZA et al., 2014).

#### **d- Impactos sociais**

Os impactos da mineração sobre o meio antrópico revestem-se de especial importância face à proximidade entre as áreas mineradas e as áreas habitadas. Podem ser citados aqui impactos visuais, resultantes dos altos volumes de rocha e solos movimentados e às dimensões da cava ou da frente de lavra.

Existe forte tendência em considerar apenas o problema da deterioração biofísica do meio ambiente e ignorar ou negligenciar os problemas econômicos e sociais das populações afetadas (KRONEMBERGUER et al., 2008; MECHI; SANCHES, 2009).

Apesar da geração de empregos e do crescimento econômico, a sociedade vem se questionando sobre a responsabilidade socioambiental da atividade minerária, levantando dúvidas sobre o retorno que a mineração traz para as comunidades que abrigam seus empreendimentos (FERNANDES; LIMA; TEIXEIRA, 2009). Além disso, surgem dificuldades de convivência das empresas com a população circunvizinha à exploração (FABRI; NALINI JUNIOR; LEITE, 2012).

A população do entorno das mineradoras, principalmente da área de lavra, que convive com a poluição, ruído, vibrações, e outros fatores relacionados à atividade, se expõe aos riscos ambientais e à saúde. Em função disso, há exigências de tomada de medidas para mitigar ou até anular as externalidades negativas causadas pela mineração (CARVALHO, 2004; MEDINA et al., 2007; RIBEIRO; FERREIRA, 2010). Uma parcela significativa dos problemas é herdada, em forma de passivos ambientais. Os rejeitos das minas contêm substâncias nocivas ao ambiente e ao homem, que continuam a causar problemas mesmo depois do fim do ciclo minerário (MEDINA et al., 2007).

Entretanto, segundo a Secretaria de Meio Ambiente de Arcos e Pains (informação verbal) a atividade minerária é fundamental na região, sendo a principal fonte de empregos. A população empregada na indústria de extração mineral representa em torno de 80% da mão-de-obra dos dois municípios.

Existe um instrumento que indica o retorno financeiro ou contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios, a Compensação Financeira pela Exploração Mineral - (CFEM), estabelecida pela Constituição de 1988, em seu Art. 20, § 1º. É distribuída aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios, e aos órgãos da administração da União (BRASIL, 1988). Os recursos originados da CFEM, que correspondem hoje a 3% do faturamento líquido das empresas de calcário,

devem ser aplicados em projetos que direta ou indiretamente se revertam em prol da comunidade local, na forma de melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e educação. Os percentuais de distribuição da CFEM arrecadada e sua divisão são de 12% para União (DNPM 9,8%; MCT/FNDCT 2%; IBAMA 0,2%), 23% para o Estado e 65% para o Município arrecadador (BRASIL, 1991).

Segundo o relatório de distribuição da Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR/DNPM) o município de Pains, no ano de 2015, teve uma receita de R\$ 845.889,00 correspondente a 65% dos R\$ 1.337.897,22 arrecadados pelo DNPM no ano de 2015 por meio da CFEM. O município de Arcos, segundo o relatório da DIPAR/DNPM, recebeu R\$1.331,599,91 correspondente a 65% dos R\$ 2.023.665,60 arrecadados durante o ano de 2015 (DNPM, 2015).

Comparando a atividade na região nos períodos entre 1984 e 2013, Souza et al. (2014) observaram que a área total minerada em 1984 foi de 161,19 ha (96,54% era correspondente a Arcos e 3,45% a Pains). No ano de 2013, o total da área minerada foi de 708,07 ha (66,74% no município de Arcos, 30,72% em Pains e 2,54% em Doresópolis). A mineração na cidade de Arcos apresentou um crescimento de 58% neste período, enquanto Pains apresentou um crescimento de 39%. Entretanto, isto não se refletiu em termos de desenvolvimento na infraestrutura dos municípios, como saneamento básico ou saúde, em decorrência do aumento da arrecadação do CFEM em função do aumento da área minerada.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A mineração de calcário gera impactos negativos no ambiente físico, no meio biótico e também no patrimônio espeleológico. Mesmo gerando empregos, é irrisória a contrapartida pela CFEM, visto que esta pouco contribui para a melhoria da infraestrutura dos municípios em estudo.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A. et al. Atividades agrícolas de produção em solos frágeis no Sul do Brasil. In: KLAUBERG FILHO, O. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. p. 367-403.

BACCI, D. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 5, n. 1, p. 47-54, 2006.

BARBOSA, G. V. Notícias sobre o Karst na Mata de Pains. **Boletim Mineiro de Geografia**, Belo Horizonte, v. 2, n. 3, p. 3-21, 1961.

BITTENCOURT, C. **Código da mineração: a urgência é do mercado**. Entrevista especial com Carlos Bittencourt. Unisinos, 17 jul. 2013. Disponível em: <<http://ihu.unisinos.br/entrevistas/521975-codigo-da-mineracao-a-urgencia-e-do-mercado-entrevista-especial-com-carlos>>. Acesso em: 15 fev. 2014.

BRASIL. **Decreto nº 1**, de 11 de janeiro de 1991. Regulamenta o pagamento da compensação financeira instituída pela Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências. Brasília, DF, 1991. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D0001.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D0001.htm)>. Acesso em: 24 jan. 2016.

BRASIL. **Decreto nº 1.324**, de 2 de dezembro de 1994. Institui como Autarquia o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, aprova sua estrutura regimental e dá outras providências. Brasília, DF, 1994. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D1324.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D1324.htm)>. Acesso em: 16 jan. 2016.

BRASIL. **Decreto nº 6.323**, de 10 de janeiro de 1907. Cria o serviço geológico e mineralógico do Brasil. Rio de Janeiro, 1907. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1900-1909/decreto-6323-10-janeiro-1907-517453-republicacao-105019-pe.html>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

BRASIL. **Decreto nº 22.338**, de 11 de janeiro de 1933. Dá nova organização aos serviços do Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro, 1933. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-22338-11-janeiro-1933-513597-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

BRASIL. **Decreto nº 23.979**, de 8 de março de 1934. Extingue no Ministério da Agricultura a Diretoria Geral de Pesquisas Científicas, criada, pelo decreto nº

22.338, de 11 de janeiro de 1933, aprova os regulamento das diversas dependências do mesmo Ministério, consolida a legislação referente à reorganização por que acaba de passar e dá outras providências. Rio de Janeiro, 1934. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23979-8-marco-1934-499088-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

BRASIL. **Decreto nº 99.556**, de 1 de outubro de 1990. Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências. Brasília, DF, 1990a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D99556.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D99556.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 227**, de 28 de fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas). Brasília, DF, 1967. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Decreto-Lei/Del0227.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del0227.htm)>. Acesso em: 4 jan. 2016.

BRASIL. **Decreto- Lei nº 1.985**, de 29 de janeiro de 1940. Código de Minas. Rio de Janeiro, 1940. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1937-1946/Del1985.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del1985.html)>. Acesso em: 27 dez. 2015.

BRASIL. **Decreto- Lei nº 3.782**, de 22 de julho de 1960. Cria os Ministérios da Indústria e do Comércio e das Minas e Energia, e dá outras providências. Brasília, DF, 1960. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-3782-22-julho-1960-354459-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 28 dez. 2015.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 8.028**, de 12 de abril de 1990. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. Brasília, DF, 1990b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8028.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8028.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 8.422**, de 13 de maio de 1992. Dispõe sobre a organização de ministérios e dá outras providências. Brasília, DF, 1992. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8422.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8422.htm)>. Acesso em: 16 jan. 2016.

BRASIL (Constituição, 1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 1988. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm)>. Acesso em: 6 jan. 2016.

CARVALHO, E. G. **Mineração, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no Estado de Ceará**: aspectos legais, econômicos e sociais. Fortaleza: Fundação Edson Queiroz; Ed. UNIFOR, 2004. 157 p.

FABRI, E. S.; NALINI JUNIOR, H. A.; LEITE, M. G. Exploração de rochas ornamentais e meio ambiente. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 26, p. 189-197, jul./dez. 2012.

FÉLIX, A. A.; FREITAS JÚNIOR, R. L. **Mapeamento geológico e hidrogeológico da bacia do rio São Miguel, Alto São Francisco, Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2000. 104 p.

FERNANDES, F. R. C.; LIMA, M. H. M. R.; TEIXEIRA, N. S. As grandes minas e o desenvolvimento humano das comunidades do semiárido brasileiro. **Revista Ciências Administrativas**, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 105-132, 2009.

FERREIRA, G. C.; DAITX, E. C.; DALLORA NETO, C. Impactos ambientais associados a desmonte de rocha com uso de explosivos. **Geociências**, Rio Claro, v. 25, n. 4, p. 467-173, 2006.

FREAS, R. C.; HAYDEN, J. S.; PRYOR JUNIOR, C. A. Limestone and dolomite. In: KOGEL, J. E. (Ed.). **Industrial minerals and rocks**. 7<sup>th</sup> ed. Littleton: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2006. p. 581-597.

GOMES, A. P. C. et al. **Biodiversidade em Minas Gerais**: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.

HADDAD, E. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais. **Geosul**, Florianópolis, v. 25, n. 49, p. 79-102, 2010.

KRONEMBERGER, D. M. P. et al. Desenvolvimento sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 25-50, jun. 2008.

MARTINS NETO, R. G.; RAMALHO, S. R. A evolução do impacto ambiental acarretado pela extração de calcário, tendo como exemplo a mineração Patercal-Partezani, no estado de São Paulo. **CES Revista**, Juiz de Fora, v. 24, p. 31-42, 2010.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MEDINA, A. I. M. et al. **Geologia ambiental**: contribuição para o desenvolvimento sustentável: tendências tecnológicas Brasil 2015: geociências e tecnologia. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. 372 p.

MELO, P. H. A. **Flora vascular associada aos afloramentos de rocha carbonática no interior do Brasil**. 2008. 79 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MELO, P. H. A.; CARVALHO, D. A. Vegetação relacionada ao afloramentos calcários no Brasil: Minas Gerais, Goiás, e Bahia. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. 1 CD-ROM.

MELO, P. H. A.; LOMBARDI, J. A. Flora vascular relacionada a afloramentos calcários em Pains/Arcos/Iguatama - MG. Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 55., 2004, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: Sociedade Botânica do Brasil, 2004. 1 CD-ROM.

MIRANDA, M. P. S. Mineração em áreas de ocorrência de patrimônio espeleológico. **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, p. 53-60, 2012. Edição especial.

NUNES, Z. M.; FARIAS FILHO, M. S. Impactos da mineração sobre as funções e os atributos químicos do solo na comunidade do Taim em São Luís, MA. In: SEMANA DE GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 1., 2012, Magalhães de Almeida. **Anais...** Magalhães de Almeida, 2012. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, V. A. R.; PEREIRA, J. R. Interesse público: significados e conexões. **Cadernos Gestão Social**, Salvador, v. 4, n. 1, p. 13-23, 2013.

PONTES, J. C.; FARIAS, M. S. S.; LIMA, V. L. A. Mineração e seus reflexos socioambientais: estudo de impactos de vizinhança (EIV) causados pelo desmonte de rochas com uso de explosivos. **Revista Polêmica**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, jan./mar. 2013. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/5277>>. Acesso em: 8 jun. 2014.

PROJETO Pains Arcos Espeleologia. 2012. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/.../projeto%20arcos%20pains%20espeleologia2\\_parte1.pdf](http://www.feam.br/images/.../projeto%20arcos%20pains%20espeleologia2_parte1.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

RADAM BRASIL. **Projeto “Folhas SF 23/24”**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra: projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral, 1983. 775 p.

RIBEIRO, J. T. M.; FERREIRA, G. C. Mineração subterrânea de carvão X comunidade do seu entorno: um exemplo de Santa Catarina. **REM: Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 60, n. 9, p. 459-464, 2010.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. **CT 2005-132-00 calcário e dolomito**. 2005. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicação/CT2005-132-00.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2014.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. CT 2009-132-00 calcário e dolomito. In: LUZ, A. B. da; LINS, F. A. F. (Ed.). **Rochas & minerais: usos e especificações industriais**. 2009. cap. 16. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/agrominerais/livros/16-agrominerais-calcario-dolomitoPdf>>. Acesso em: 8 jun. 2014.

SILVA, B. M. et al. Caracterização química do solo das cavas de argila no Baixo Paraíba visando a restauração das áreas de reserva legal. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 2009, Taubaté. **Anais...** Taubaté: Serviços Ambientais e Sustentabilidade, 2009. p. 625-632.

SOUZA, M. M. P. et al. Impacto causado por mineradoras em cavernas de litologia calcária. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 11., 2014, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 2014. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, P. S.; DIAS, M. S. Levantamento espeleológico da região cárstica de Arcos, Pains, Doresópolis, Córrego Fundo e Iguatama, frente às atividades degradadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27., 2003, Januária. **Anais...** Januária, 2003. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SN4kFIn8OKkJ:www.sbe.com.br/pains/levantamento%2520espelologico%2520-%2520pains.pdf+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

VESTENA, L. R. et al. Considerações sobre gestão ambiental em áreas cársticas. **Raega: o Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 6, set. 2010. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/view/18518>>. Acesso em: 7 jun. 2014.

ZEPPELINI, D. et al. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Bengaluru, v. 18, n. 5, p. 1161-1170, 2009.

ZONEAMENTO ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.zee.mg.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

**ARTIGO 2 - *MINING SUSTAINABILITY IN ARCOS, MINAS GERAIS***

**Artigo formatado de acordo com norma para submissão do periódico  
Environmental Monitoring and Assessment.**

**(VERSÃO PRELIMINAR)**

### Mining Sustainability in Arcos, Minas Gerais

Cláudia de Oliveira Gonçalves Nogueira<sup>1\*</sup>, Luís Antônio Coimbra Borges<sup>2</sup>, Mariana de Oliveira Gonçalves Nogueira<sup>3</sup>, Sarita Soraia de Alcântara Laudares<sup>3</sup>, Luiz Otávio Moras Filho<sup>3</sup>, José Edimar Vieira Costa Júnior<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Formiga – UNIFOR, Formiga, MG

<sup>2</sup>Assistant Professor in Forest Engineering Department of Federal University of Lavras -DCF/UFLA, Postal code: 3037.

<sup>3</sup>PhD Student in DCF/UFLA

\*Corresponding author: [claudiaogn@gmail.com](mailto:claudiaogn@gmail.com)

#### Abstract

The study presents and discusses the results of the implementation of the Sustainability Barometer methodology for mining activity in Arcos municipality, located in the micro-region of Formiga, MG. The Barometer of Sustainability (BS), known as SAM, is a method of two-dimensional analysis, which includes human well-being and ecological well-being, and measures the environmental status of activities or projects on the environment. The objective was to add the public knowledge indicators (official information) and organize them into thematic and dimensional indices to assess the sustainability of the municipality of Arcos, MG in function of its mining base. Performance scales were developed for each indicator. From this combination, the situation of sustainability of Arcos municipality is potentially sustainable in the ecological subsystem and intermediate in the human well-being subsystem.

**Keywords:** Sustainable Development. Barometer of Sustainability. Performance Scale.

## **Introduction**

Indicators and indexes are used to evaluate the direction and the process of development in countries and regions. Since the 1990's, more specifically from the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), the Earth Summit, the indicators have been proposed as a way to evaluate the countries progress toward sustainable development.

Sustainability indexes synthesize, in a mathematical way, a series of information associated to sustainable development. Each index, in each dimension (environmental, social, economic, and institutional), produce a figure, resulting from mathematical operations, with data that it uses, and, from the comparison to a standard scale, evaluates sustainability. Among the indexes related to environmental development, there are: the Ecological Footprint, the Environmental Sustainability Index, the Sustainability Panel, and the Sustainability Barometer.

Sustainability Barometer (SB), the focus of the present study, is a sustainability evaluation methodology developed by researcher (Prescott-Allen 2001), with endorsement by the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) and the International Development Research Center (IDRC).

The construction of the SB happens in a flexible way, as there is not a fixed number of indicators in its composition. Furthermore, the choice of indicators is made according to: the possibility of building Performance Scales (PS), study location, and information availability; allowing the use in global and local scale, and enabling comparisons among the different locations through a time horizon (Kronemberger et al. 2008).

The SB combines different indicators which, when analyzed separately, show only the situation of the theme they represent, while the joint analysis of these indicators reveal the local situation in relation to sustainable development. It is a versatile methodology and an open system, on which the analyst may insert possible indicators inside the context of the study object. However, there is a great challenge in defining the meaning of sustainable, in order to establish the performance scales.

The environmental dimension is one of the hindering issued in this study, due to little knowledge in ecosystem dynamics, mainly in fragile ecosystems as observed in karst topography and, also, for not having a historical series related to this dimension.

The micro-region of Formiga is formed by eight municipalities, and three of them are *Arcos*, *Pains* and *Córrego Fundo*, considered as a center of limestone mining. Arcos stands out for having large mining companies, where there is a higher development and economic growth. For these reasons, Arcos was chosen to represent the ideal conditions so it is possible to evaluate the benefits of limestone mining in the region. The goal in this study is to analyze, in an exploratory way, the sustainability level of the town of Arcos, from the SB application.

### **Material and Methods**

Data collection and selection of Sustainable Development Indicators (SDI) for the Sustainability Barometer (SB)

The selection of indicators to compose the BS was done through consultation to the agencies: Brazilian Institute of Geography and Statistics (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE), State Institute of Forests (Instituto Estadual de Florestas/IEF), Institute of Applied Economic Research (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA) and specific literature. A total of 30 Sustainable Development Indicators (SDI) were chosen for the town in study, being ten (10) of them environmental indicators, fourteen (14) social, four (4) economic, and two (2) institutional, representing over 50% of possible indicators presented by IBGE (2015) in the “Sustainability Indicator Indexes”.

The indicators were combined into 10 (ten) thematic indexes: Land, Sanitation, Atmosphere, Biodiversity, Fresh Water, Education, Housing, Health, Work and Income, and Institutional Capacity. The diversity in the chosen aspects, and the data availability conditions the number of indications in each dimension and theme. In choosing the themes, the goal was to insert the largest number possible of indicators, in order to

eliminate or at least reduce the individual effect of each one on the respective theme, and make the final result more meaningful.

There are important gaps due to the lack of more consistent data in the national/regional/local scope, to build indicators, and the scarcity of distinguished data of some of the indicators. Also, some of the indicators listed by IBGE (2015) are not applicable to this study.

As it is in (Kronemberger 2003; Kronemberger et al. 2004; Silva 2006; Lucena et al. 2010; Amorim et al. 2014; Oliveira et al. 2015), in the cases that there were no pre-established goals or standards, either national or international, or, if there were but did not adequate to the study subject, the performance scale was defined from search in literature and also from the author's experience.

#### Elaboration of Performance Scales for Sustainable Development Indicators

The Performance Scale in the town of Arcos (PSA) was divided into five intervals, defined by values which represent conditions which vary from untenable to sustainable. These values, subjectively defined, or established patterns, represent the goals to be achieved. This scale is used to evaluate the situation of the indicator in relation to the goal, and, applied to different periods, it monitors the advances and setbacks towards sustainable development (Kronemberger 2003; Kronemberger et al. 2004; Kronemberger et al. 2008; Amorim et al. 2014; De Oliveira et al. 2015).

To create the limits for the PSA intervals, national and/or international reference values, as well as those researched on specialized literature and standards (such as water quality) defined by law were used. To some indicators, the smallest and the greatest values indicate, respectively, the worst and the best performance in relation to the SD (Basic Education Development Index, or Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB). On the other hand, for other indicators, the highest value represents the worst situation (deforestation).

The interval limits for the PSA for each indicator corresponds to the values from 0 to 100 in the Sustainability Barometer Scale (SBS), indicating conditions which

vary from untenable to sustainable, followed the references used by the elaboration of the performance scale, according to the Tables 1 to 4.

**Table 1** Performance Scales for the Sustainable Development Indicators (SDI) – Environmental Dimension – Arcos and its association to the Sustainability Barometer Scale

SDI	SDI values	Sustainability Barometer Scale*					References for Elaboration of Performance Scales
		0 to 20	21 to 40	41 to 60	61 to 80	81 to 100	
<b>Theme: Land</b>							
1. Lands in agrosilvopastoral use (%)	85.32	≥ 90	87 to 89	84 to 86	81 to 83	≤ 80	The limit of 80% established by laws which regulate the use of land in the <i>Cerrado Brasileiro</i> , on which 20% of the areas in rural properties must be preserved. From this value, every increase of 10% in use of the lands, there is a change in sustainability tier.
2. Deforestation (%)	1.17	≥ 90	87 to 89	84 to 86	81 to 83	≤ 80	The construction of the scale to this indicator followed the same criteria and values for land in agrosilvopastoral use.
3. Urban /disturbed** areas(%)	87.63	≥ 95	92 to 94	89 to 91	86 to 88	≤ 85	The same scale for lands with agrosilvopastoral use, although with the addition of 5%, due to urban areas with infrastructure and other typed of anthropic use. Combined urban and agrosilvopastoral use.
<b>Theme: Fresh Water</b>							
4. Water quality	66.9	<25	25 to 49	50 to 69	70 to 89	>90	Concentration of fecal coliforms in the São Miguel River (Brasil 2011 a).
<b>Theme: Biodiversity</b>							
5. Natural areas (native, preserved)	12.18	0 to 10	11 to 15	16 to 25	26 to 30	>30	Here, what was considered was the biome or ecosystem biodiversity preservation, the ideal is to have at least 30% (1/3) of its area preserved from human intervention. It is assumed that below 10% of protected area the biodiversity loss are meaningful.
<b>Theme: Sanitation</b>							
6. Garbage collected urban area (%)	100	0 to 70	71 to 80	81 to 90	91 to 99	100	It was considered that only 5% of the garbage produced can be absorbed in residence without implication to dwellers' health and well-being. The minimum tolerable for urban garbage collection is 70%.
7. Adequate destination to collected garbage (%)	100	0 to 70	71 to 80	81 to 90	91 to 99	100	
8. Collected sewage volume (%)	95	0 to 70	71 to 80	81 to 90	91 to 94	95 to 100	
9. Treatment of collected sewage (%)	74	0 to 70	71 to 80	81 to 90	91 to 94	95 to 100	Due to sanitary implications, ground and water bodies pollution, it is only considered sustainable when service coverage reaches 100%. The considered minimum tolerable would be of 70%; below that level, it would be untenable.

Theme: Atmosphere							
10. Number of vehicles per capita	611	1000 to 801	800 to 601	600 to 401	400 to 201	≤200	The performance scale was established based on the distribution of number of vehicles to 1,000 inhabitants around the world, obtained at the US Department of Energy (EIA 2001).

Note. Data extracted from IBGE (2010).

\* Sustainability Barometer Scale: 0-20 Untenable; 21-40 Potentially Untenable; 41-60 Intermediate; 61-80 Potentially Sustainable; 81-100 Sustainable.

\*\* These are areas where there is a higher concentration of residences, commerce, etc.

**Table 2** Performance scales for the Sustainable Development Indexes (SDI) - Social Dimension- Arcos and its association to the Sustainability Barometer Scale

SDI	SDI values	Sustainability Barometer Scale*					References for Elaboration of Performance Scales
		0 to 20	21 to 40	41 to 60	61 to 80	81 to 100	
Theme: Education							
1. Enrollment rate (7 to 14 years old) %	90.95	<70	70 to 84	85 to 94	95 to 97	98 to 100	100% of children in school is considered sustainable.
2. Schooling**	24.52	0 to 70	71 to 80	81 to 90	91 to 99	100	National survey through household sample (IBGE- PNAD 2010)
3. Literacy rate (%)	83.76	0 to 50	51 to 60	61 to 80	81 to 94	95 to 100	Based on PNUD (2010)
4. Ratio between literacy and gender	0.87	0 to 0.3	0.4 to 0.5	0.6 to 0.7	0.8 to 0.94	0.95 the 1	The ideal situation is the ratio = 1. This way, the farther from 1, the greater the inequality.
5. HDI	0.749	≤ 0.529	0.530 to 0.624	0.625 to 0.720	0.721 to 0.812	≥ 0.813	IBGE-PNAD (2012)
6. IDEB Public Schools	6.6	<4	4.1 to 5.5	5.6 to 7.0	7.1 to 8.5	8.6 to 10	IBGE-PNAD (2012); IBGE (2010); INEP (2014)
Theme: Housing							
7. Households with access to water network (%)	98.72	0 to 69	70 to 79	80 to 89	90 to 94	95 to 100	100% coverage is the ideal, given it is considered an essential service for the household, here considering 70% as the minimum tolerable.
8. Households with access to sewerage system (%)	100	0 to 69	70 to 79	80 to 89	90 to 94	95 to 100	
9. Households with garbage collection	100	0 to 69	70 to 79	80 to 89	90 to 94	95 to 100	
10. Households with electric lighting (%)	95.2	0 to 69	70 to 79	80 to 89	90 to 99	100	100% coverage is the ideal, given it is considered an essential service for the household, here considering 70% as the minimum tolerable.
11. Medium density of dwellers in dormitory	1.62	10 to 5.1	5 to 4.1	4 to 3.1	3 to 2.1	2 to 1	Recommended: 2 people per dormitory (IBGE 2014)

Theme: Health							
12. Life expectancy at birth (in years)	74	≤50	51 to 60	61 to 70	71 to 70	≥80	PNUD (2002); IBGE (2014)
13. Child mortality rate (%)	5.44	≥100	99 to 50	49 to 20	19 to 10	9 to 0	Rated by WHO as: low below 20 per 1000; medium 20 to 49 per 1000; high 50 per 1000 or more.
14. Immunization against childhood infectious diseases (%)	98.33	0 to 69	70 to 79	80 to 89	90 to 97	98 to 100	The authors consider that 98% or higher in vaccination coverage guarantees the control of these diseases.

Note: Data extracted from IBGE (2010) and IPEA (2015).

\* Sustainability Barometer Scale: 0-20 Untenable; 21-40 Potentially Untenable; 41-60 Intermediate; 61-80 Potentially Sustainable; 81-100 Sustainable.

\*\*Percentage of population over 25 years old, with first or second education cycle complete.

**Table 3** Performance scales for the Sustainable Development Indexes (SDI) - Economic Dimension- Arcos and its association to the Sustainability Barometer Scale

SDI	SDI Values		Sustainability Barometer Scale*				References for Elaboration of Performance Scales
	0 to 20	21 to 40	41 to 60	61 to 80	81 to 100		
<b>Theme: Work and Income</b>							
1. Unemployment rate	6.7	>21	20 to 16	15 to 11	10 to 6	5 to 0	IBGE (2010)
2. GDP per capita (R\$)	21,353.00	≤5,000	5,001 to 8,666	8,666 to 16,833	16,833 to 24,999	≥25,000	IBGE (2010)
3. Gini index	0.39	1 to 0.8	0.79 to 0.5	0.49 to 0.39	0.38 to 0.2	0	Index's own variation: 0 = perfect equality; 1= maximum inequality; 0.5 considered a value which represents meaningful inequality in income distribution (IBGE 2010).
4. Average income per worker (R\$)	1,458.00	≤788.00	789 to 1,634	1,635 to 2,480	2,481 to 3,324	≤3,325	Calculated according to DIEESE (2015), considering the basic items for a 4-person family (two adults and two children).

Note: Data extracted from IBGE (2010).

\* Sustainability Barometer Scale: 0-20 Untenable; 21-40 Potentially Untenable; 41-60 Intermediate; 61-80 Potentially Sustainable; 81-100 Sustainable.

**Table 4** Performance scales for the Sustainable Development Indexes (SDI) – Institutional Indicators – Arcos and its association to the Sustainability Barometer Scale

SDI	SDI Values	Sustainability Barometer Scale*					References for Elaboration of Performance Scales
		0 to 20	21 to 40	41 to 60	61 to 80	81 to 100	
<b>Theme: Institutional capacity</b>							
1. Internet access (%)	31	≤5	5.1 to 10	10.1 to 20	20.1 to 30	>30	Percentage of permanent private households with internet access in 2010, compared to other countries (IBGE, 2010).
2. Access to telephone services**	337	<100	101 to 200	201 to 350	351 to 500	>500	Access to landline per 1,000 inhabitants in the year of 2010 (IBGE, 2010).

Note: Data extracted from IBGE (2010).

\* Sustainability Barometer Scale: 0-20 Untenable; 21-40 Potentially Untenable; 41-60 Intermediate; 61-80 Potentially Sustainable; 81-100 Sustainable.

\*\*Number of telephone landlines per 1,000 inhabitants

#### Degree assignment to the Arcos Indicator in the Sustainability Barometer Scale

From the elaboration of the Arcos Development Scales (ADS) happened the transposition of the numerical value for the local indicator ( $DN_X$ ) to the Sustainability Barometer Scale (SBS), through simple linear interpolation. The formula below illustrates the transposition and the relation between  $DN_X$  and  $BS_X$ , be the ADS increasing or decreasing. This was done in the operation of the calculation of the indicator degree for the town of Arcos in the Sustainability Barometer Scale (Adapted from Kronemberger et al. 2004; 2008).

Calculation of the AD in the Sustainability Barometer (SB) scale:

$$BS_X = \left[ \frac{(DN_A - DN_X) * (SB_A - SB_P)}{(DN_A - DN_P)} \right] * (-1) + SB_A$$

In which: A = previous limit for the interval which contains X;

P = posterior limit for the interval which contains X; and

X = study location.

After the calculations of the individual degrees, the indicators were hierarchically aggregated, through arithmetic mean, from indicator to theme, from theme to dimension, and from dimension to subsystem. Due to have been considered as equally important in the characterization of the situation of each theme, the indicators received equal weight in the index obtainment (Tables 5 to 9).

The absence of a consistent historical series for the environmental indicators derails the use of the SB methodology for different years. However, for most of the economic and institutional indicators, there is a historical series. In this study, the SB shows an overview of the town just for the years 2016/2017. Still, it offers parameter for the elaboration of public policies for improvement of human and ecological well-being.

## Results

The indicators were combined in their themes and offered thematic indexes, according to Tables 5 to 8. Similarly, there are four dimensional indexes (Table 9) and two indexes for the subsystem: the index of human well-being, result of the arithmetic mean of the Social, Economic and Institutional indexes, and the index of ecological well-being, obtained through the arithmetic mean of the Land, Sanitation, Atmosphere, Biodiversity, Fresh Water themes, from the Environmental Dimension.

**Table 5** Degrees of the Sustainable Development Indicators (SDI) and their themes of the Environmental Dimension in the Sustainability Barometer Scale for the town of Arcos

Themes	SDI	SDI Degrees	Degrees of the Themes - Thematic Indexes	Situation of the themes in relation to the SD
Land	Lands in agrosilvopastoral use (%)	162.05	136.80	Untenable
	Deforestation (%)	82.11		
	Urban /disturbed areas (%). These are areas on which there is a higher concentration of residences, commerce, etc.	164.24		
Sanitation	Garbage collected urban area (%)	81.00	54.16	Intermediate
	Adequate destination to collected garbage (%)	81.00		
	Collected sewage volume (%)	81.00		
Atmosphere	Treatment of collected sewage (%)	27.33	39.04	Sustainable
	Number of vehicles per capita	39.04		
Biodiversity	Natural areas (native, preserved and/or protected)	24.36	24.36	Untenable
Fresh water	Water quality	57.90	57.90	Intermediate

**Table 6** Degrees of the Sustainable Development Indicators (SDI) and their themes of the Social Dimension in the Sustainability Barometer Scale for the town of Arcos

Themes	SDI	SDI Degrees	Degrees of the Themes - Thematic Indexes	Situation of the themes in relation to the SD
Education	Enrollment rate (7 to 14 years old) %	53.56	25.36	Potentially untenable
	Schooling (25 years old who completed high school) %	7.0		
	Literacy rate (%)	65.03		
	Ratio between literacy and gender	0.70		
	IDEB Public Schools	0.54		
Housing	Households with access to water network (%)	95.13	53.59	Intermediate
	Households with access to sewerage system (%)	100		
	Households with garbage collection			
	Households with electric lighting (%)	71.97		
	Medium density of dwellers in dormitory	0.88		
Health	Life expectancy at birth (in years)	68.12	51.04	Intermediate
	Child mortality rate (%)	0.88		
	Immunization against childhood infectious diseases (%)	84.13		

**Table 7** Degrees of the Sustainable Development Indicators (SDI) and their themes of the Economic Dimension in the Sustainability Barometer Scale for the town of Arcos

Themes	SDI	SDI Degrees	Degrees of the Themes - Thematic Indexes	Situation of the themes in relation to the SD
Work and income	Unemployment rate	0.96	16.10	Untenable
	GDP per capita (R\$)	26.80		
	Gini index	0.61		
	Average income per worker (R\$)	36.04		

**Table 8** Degrees of the Sustainable Development Indicators (SDI) and their themes of the Institutional Dimension in the Sustainability Barometer Scale for the town of Arcos

Themes	SDI	SDI Degrees	Degrees of the Themes - Thematic Indexes	Situation of the themes in relation to the SD
Institutional capacity	Internet access (%)	0.35	69.78	Potentially sustainable
	Access to telephone services (number of landlines per 1,000 inhabitants).	59.21		

**Table 9** Situation of the town of Arcos, in relation to Sustainable Development according to Dimensions and Subsystems.

Dimensions	Degrees and Situation	Subsystems	Degrees and Situation
Environmental	62.45 Potentially sustainable	Ecological Well-Being	62.45 Potentially sustainable
Social	42.26 Potentially untenable	Human Well-Being	42.71 – Potentially untenable
Economic	16.10 Untenable		
Institutional	69.78 Potentially sustainable		

Source: The author

From this combination, the sustainability situation of the town of Arcos, represented in Fig 1, is intermediate in the subsystem that deals with environmental well-being (62.45), and potentially untenable, although very close to the untenable situation, in the subsystem which deals with human well-being (42.71).

**Fig1** Position of the Municipality of Arcos in the Barometer of Sustainability

Source: Adapted from Kronemberger et al. (2008)

### **Discussion**

In general, there is a mean variation in the degrees for environmental indicators and themes (Table 5), with higher values for the Land, Sanitation, and Atmosphere.

The indicators for the Biodiversity Theme are: extinct or threatened species, invasive species, and protected areas. In this study, the only one which can be applied to the town was protected areas. This indicator expresses the dimension and the spatial distribution of the territories which are under the special law of protection, on which the exploration of natural resources is forbidden or controlled by specific legislation (IBGE, 2015).

In terms of land use, the degree obtained by the deforestation SDI (~~99.72~~) highlights that, when observing the biome where the town is inserted, the obligatory legal reserve areas are of a minimum of 20% of the total of the rural property. It is noted that the highest value obtained indicates the worst performance in relation to sustainable development.

The Sanitation Theme obtained an intermediate situation of sustainability. The SDIs which obtained the highest degree were garbage collected in urban area, garbage final destination, and sewage volume collected. The SDI sanitary sewage treatment was the one which obtained the lowest degree.

One of the resources which must be only used in the improvement of the population's life quality in a mining town, as it happens in Arcos, is the Financial Compensation for Mineral Extraction (FCME). However, the distribution of this royalty resulting from the city collection in the year 2015 was around R\$ 1,400,000.00, which means barely more than R\$ 115,000.00 per month, according to the town distribution

report, as published by the Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR “Board of Fund Raising Procedures”) (Brasil 2015). This, according to the analysis of the results, does not reflect improvements in the municipality in terms of basic sanitation.

The Theme Atmosphere, SDI “number of vehicles/inhabitants”, put the town in a sustainable situation in relation to the SDA. This can be a reflex of the fact that the “average income/worker” and “income per capita” factors in the Economic Dimension obtained a potentially untenable degree.

The Fresh Water Theme, SDI quality of the waters, obtained an intermediate sustainability situation. The quality of the inland waters is an SDI which can be affected by the lack of basic sanitation. As the sewage in the town is not completely treated, this result can be a reflex of the sewage release into water bodies which cross the urban area, altering the value of the Biochemical oxygen demand (BOD) and decreasing the value of the Water Quality Index (WQI).

The arithmetic mean of the Social Dimension (Table 6), was of 42.71 degrees. According to the SB, the town is in a potentially untenable situation, very close to the untenable situation.

The Education Theme presented the worst results, reaching potentially untenable situation. The public schools' IDEB was kept between 6.6 and 6,7 in the years 2012 and 2013, respectively, which shows a reasonable quality. However, the enrollment rate of youth between 7 and 14 years old, when analyzed separately, is identified as a potentially sustainable situation. The literacy rate and the ration literacy/gender reach respectively the 65.03 and 0.70 degrees, in a potentially sustainable situation and when analyzed together with other SDIs of the Education Theme, reflect the potentially untenable situation.

Education is a priority to society, and school attendance grants to the individual: sociability, growth notion, and individual and collective development, and mainly the appreciation of formal knowledge, as well as the adoption of healthier social and environmental practices. Several social SDI are correlated to and influence the Education Theme (population growth rate, Gini index, income per capita, etc.). Also, a society which values and ensures education to its individuals enables them to

professional insertion and development and, at the same time, enables them to the implementation of local and regional sustainability strategies (IBGE 2015).

The Housing Theme reached the intermediate sustainability situation. This indicator expresses the proportion of households which meet criteria such as: access to water network, access to sewerage system, garbage collection, electric lighting, density of dwellers per dormitory, in other words, indicates the adequacy of housing for the population (IBGE 2015).

According to data from (IBGE 2015), the number of adequate households for living in Brazil has been growing in recent years. When analyzing separately the criteria for the town of Arcos, it was observed that the number of households with up to two dwellers per dormitory (degree 0.88), with access to water network (degree 95.13), sewerage system and garbage collection (both with degree 100), reached the sustainable situation.

This result reflects the improvement in the conditions of housing adequacy. A household can be considered satisfactory when it has a minimum standard of access to basic infrastructure services, as well as enough physical space for its dwellers, and favorable characteristics around the house. Adequate housing can contribute to environmental quality when sewage and garbage are collected and adequately disposed, avoiding the proliferation of disease vectors. Thus, an adequate household is one of the determining conditions for the life quality of a given population.

According to (IBGE 2015), among the sanitation indicators, garbage collection and general water network are present in a higher number of households (87.9% and 84.4%, respectively) than adequate sanitary sewage, found in 73.3% of the surveyed households. This fact can also be observed in the present study, in which the evaluation of the treatment of collected sewage reached potentially untenable situation. According to Kronemberger et al. (2008), the intermediate sustainability situation in the Housing Theme of the Social Dimension is also observed in Brazil.

The indicators of the Health Theme, which are present in this study were: life expectancy at birth, child mortality rate and immunization against childhood diseases. The arithmetic mean of the degrees for these SDI was 51.04, ranking the town of Arcos in an intermediate sustainability situation (Brasil 2012).

The life expectancy at birth indicator represents the average number of years that a newborn would expect to live, if subjected to a mortality law observed in a given population in the considered year (IBGE 2015). It is an indicator which is closely related to the population's life and health conditions, expressing social, economic and environmental influences. The verification of increase in longevity in a given group means improvement in those conditions, specially in the scope of public health and attention to environmental questions.

When analyzed separately, the life expectancy at birth indicator ranks the town in a potentially sustainable situation. The indicators which are directly related are: access to water network and sanitary sewerage and collection and final destination of collected garbage, which, when separately observed, are in a sustainable situation.

The child mortality rate and the immunization against childhood diseases rate, both reached a sustainable situation in Arcos. These indicators show the risk of child mortality, through the frequency of deaths of those who, despite being born alive, died before reaching their first birthday, and the portion of the population benefited by child vaccination policies, respectively. These are relevant to sustainable development and are closely related: household income, mother's education, nutrition, basic sanitation, prenatal and parturition attention, oral re-hydration therapy (ORT), offer of basic health services, literacy rate, adult population schooling rate, among others.

The child mortality rate are ranked by the World Health Organization (WHO), as high (50/1000 or more), medium (20 – 49/1000) and low (< 20/1000). High rates are generally associated to low levels of life condition mainly poor health conditions (WHO 2011). The child mortality rate in Brazil, between the years 2000 and 2010, presented a decrease of 47.5%, enabled by general conditions for the population. The Brazilian rate in 2010 is considered low by WHO's standards, although it outperforms the rates of countries such as Argentina (12%), Uruguay (9%) and Chile (8%). However, there are countries which boast rates below 10%, such as Canada (5%), Switzerland (4%), France (3%), Japan (2%) (IBGE 2015).

The data used to build the indicator “immunization against infectious childhood diseases” is the total population of those below one year old, in a given date. It represents the number of children below one year old with a complete vaccination

schedule, such as: tuberculosis (Bacille Calmette-Guérin - BCG); measles, mumps and rubella (MMR); poliomyelitis or infantile paralysis (Oral Polio Vaccine – OPV); diphtheria, pertussis, meningitis, tetanus (Tetavalent- DTP + Hib.). For this last group, the vaccine is combined for the DTP diseases plus the agent *Haemophilus influenzae* type b (Brasil 2011 b).

The total coverage of vaccination for the population of those below one year old and the reduction of child mortality are, together, one of the important and universal goals for sustainable development (IBGE 2015).

The attention given to health is indispensable in order to achieve sustainable development, because it is the main dimension of life quality. Thereby, immunization against contagious infectious diseases and the child mortality rate are basic indicators of the conditions of infant health and the degree of importance the government places on the preventive medicine services.

In the Economic Dimension, Arcos is in an untenable situation. The unemployment rate of the adult population is low when analyzed separately, it is sustainable, but the average income per worker, the income per capita and the Gini index reached potentially untenable and untenable degrees, respectively (Table 7).

Comparing to the national overview, observed by (Kronemberger et al. 2008), in which Brazil is in an intermediate situation in the Economic Dimension, Arcos is below the national average. Even though the employed population in the town has reached a sustainable situation, the average income of R\$ 1,458.00 (IBGE 2010), is well below what is recommended by the Inter-Union Department of Statistics and Socioeconomic Studies (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE), which is a nominal minimum wage of R\$ 3,240.00 (DIEESE 2015).

With the limestone reserves near Arcos, several mining companies settled in the town, being responsible for the huge manpower generated in the town. From this result and the degree obtained by the Economic Dimension (16.10), it is inferred that low salaries is a direct reflex from the situation of the Education Theme ranked as potentially untenable.

According to Enríquez (2008), the dependence degree of a mining town is measured through the participation of the income from this activity in the total municipal revenues. The financial compensation is directly and indirectly responsible for the formation of its own revenues and for the municipal transfers, generating a positive cash flow. Thus, the value paid by the exploration of the mineral resources is of extreme importance in order to generate social changes and economic growth. The finances must be considered as a dimension in the study of socioeconomic inequality in a town (Tavares 2008).

As for the Institutional Dimension (institutional capacity), Arcos is potentially sustainable. While analyzing the degrees of the SDI separately, internet access reaches a sustainable situation, and the access to telephone services, intermediate sustainability situation (Table 8).

Internet access is relevant for the sustainable development, as it opens new opportunities for knowledge creation and/or extension for its users, allowing the development of creativity and innovation potentials. Generally, the broadest the access, the biggest the possibilities for the society to be better informed about issues referring to sustainable development, facilitating its participation in the decision-making process for environmental issues, among others. Internet is a tool that allows cultural changes, necessary to the construction of new patterns in social living and of the relation of society with nature, based on ethics, equity and sustainability, and the incentive to the dissemination of good practices.

Access to telephone services provides, to the individuals, communication and information exchange, obtainment of services between populations, business, urban and rural areas. As the services related to this field grow, there is a reduction in the need for transportation, allowing effects which are favorable to the environment. Telephone services also enable the extension of internet access, which allows the formation of digital or virtual networks for exchange of knowledge on sustainable development.

**Conclusion**

From this combination, the sustainability situation of the municipality of Arcos is potentially sustainable in the subsystem that deals with ecological and intermediate well-being in the subsystem that treats human well-being.

**References**

Amorim, A. S., Araujo, M. F. F., & Cândido, G. A. (2014). Uso do Barômetro da Sustentabilidade para Avaliação de um Município Localizado em Região Semiárida do Nordeste Brasileiro. *Desenvolvimento em Questão* 12(25), 189-217.

Brasil. (2012). Rede Interagencial de Informações para a Saúde - RIPSa. Indicadores de mortalidade: IDB Brasil. Brasília: Ministério da Saúde. <http://tabnet.datasus.gov.br/>. Accessed 11 Oct. 2015.

Brasil. (2011 a). Tecnologia da Informação a Serviço do SUS. Óbitos infantis. Brasília: Ministério da Saúde. DATASUS. <http://tabnet.datasus.gov.br/>. Accessed 11 Oct. 2015.

Brasil. (2015). Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios. Departamento Nacional de Produção Mineral. Arrecadação CFEN do Estado de Minas Gerais. Brasília: Ministério das Minas e Energia. <https://sistemas.dnpm.gov.br/>. Accessed 12 Oct. 2015.

Brasil. (2011 b). Portaria nº 2.914, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde. <http://bvsmms.saude.gov.br/>. Accessed 02 Nov. 2015.

De Oliveira, E. L., Oliveira, E. A. Q., & Carniello, M. F. (2015). O Barômetro da sustentabilidade aplicado ao município de Taubaté-SP. *Desenvolvimento em Questão*, 13(30), 230-264.

DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. (2015). Cesta básica nacional: salário mínimo nominal e necessário. <http://dieese.org.br/>. Accessed 20 Oct. 2015.

EIA - Energy Information Administration (US). (2011). Annual Energy Review. <https://eia.gov/>. Accessed 18 Jan. 2016.

Enriquez, M. A. (2008). Mineração e desenvolvimento sustentável - é possível conciliar? *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 12(1), 51-66.

IBGE. (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@. Minas Gerais: Arcos: censo demográfico 2010: características urbanísticas do entorno do município. <http://cidades.ibge.gov.br/>. Accessed 09 Jan. 2016.

IBGE. (2014). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Avanços na educação e revelam mudanças nas estruturas familiar e domiciliar. <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/08052002tabulacao.shtm>. Accessed 09 Jan. 2016.

IBGE. (2015). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2015. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/>. Accessed 11 Oct. 2015.

IBGE. (2012). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2012/default sintese.shtm>. Accessed 11 Oct. 2015.

INEP. (2014). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Nota IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. <http://portal.inep.gov.br/>. Accessed 09 Dec. 2015.

IPEA. (2015). Brasil em Desenvolvimento 2015 - Estado, Planejamento e Políticas Públicas [http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26731](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=26731). Accessed 11 Oct. 2015.

Kronemberger, D. M. P. (2003). A Viabilidade do Desenvolvimento Sustentável na Escala Local: o caso da Bacia do Jurumirim (Angra dos Reis, RJ). Tese (Doutorado) - Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 274 p.

Kronemberger, D. M. P., Carvalho, C. N., & Clevelário Júnior, J. (2004). Indicadores de Sustentabilidade em Pequenas Bacias Hidrográficas: uma aplicação do “Barômetro da Sustentabilidade” à Bacia do Jurumirim (Angra dos Reis, RJ). *Revista Geochimica Brasiliensis*, 18(2), 86-92.

Kronemberger, D. M. P., Clevelário Júnior, J., Nascimento, J. S. D., Collares, J. E. R., & Silva, L. D. (2008). Desenvolvimento sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade. *Sociedade & Natureza*, 20(1), 25-50.

Lucena, M. I., García-Martín, E., Andrade, R. J., Martínez, C., Stephens C., Ruiz J. D., et al. (2010). Mitochondrial superoxide dismutase and glutathione peroxidase in idiosyncratic drug-induced liver injury. *Hepatology*, doi: 303–312 10.1002/hep.23668.

PNUD. (2002). Relatório do Desenvolvimento Humano 2002. Aprofundar a democracia num mundo fragmentado. <http://www.undp.org/content/brazil/pt/home/library/relatorios-de-desenvolvimento-humano/relatorio-do-desenvolvimento-humano-20002.html>. Accessed 11 Oct. 2015.

PNUD. (2010). Relatório de Desenvolvimento Humano 2010. Edição do 20º Aniversário. A Verdadeira Riqueza das Nações: Vias para o Desenvolvimento Humano. Washington D.C.: Communications Development Incorporated.

Prescott-Allen, R. (2001). The Barometer of Sustainability, IUCN. <http://www.iucn.org/>. Accessed 22 Sep. 2015.

Silva, E. A. (2006). Diagnóstico do Município de Teresópolis (RJ) na Perspectiva do Barômetro da Sustentabilidade. Monografia (Especialização em Análise Ambiental e Gestão do Território) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 79p.

Tavares, J. M. (2008). Identificação de padrões distintos de desenvolvimento na região sul do Brasil: uma análise multivariada. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 149p.

WHO. (2016). World Health Organization. Relatório Mundial de Saúde - Financiamento dos sistemas de saúde: O caminho para a cobertura universal. <http://www.who.int/e-saude>: O caminho para a cobertura universal. Retrieved Jan 07, 2016; from <http://www.who.int/>. Accessed 07 Jan. 2016.



**ARTIGO 3 - PROPOSTA DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA  
O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO APL DE BASE  
MINERAL: ARCOS, PAINS E CÓRREGO FUNDO, MG**

CLÁUDIA DE OLIVEIRA GONÇALVES NOGUEIRA <sup>1</sup>

**ARTIGO FORMATADO DE ACORDO COM A NBR 6022  
(ABNT, 2003).**

---

<sup>1</sup> Doutoranda no Departamento de Ciências Florestais. Universidade Federal de Lavras, UFLA. claudiaogn@gmail.com

## RESUMO

Este artigo aborda o planejamento ambiental como ferramenta para direcionar as ações do poder público municipal em três municípios do centro-oeste do Estado de Minas Gerais. Reforça por meio da matriz SWOT/FOFA o atual quadro de dependência dos municípios em relação à mineração. Acrescenta informações necessárias ao planejamento socioambiental à medida que posiciona a região no centro de discussões acadêmicas e possibilita o início do estabelecimento de estratégias para minimizar os impactos negativos da mineração e maximizar as alternativas além dela nos locais onde ela se instala.

**Palavras-chave:** Gestão Ambiental. Análise SWOT. Mineração de Calcário.

### **ABSTRACT**

This article discusses the environmental planning as a tool to direct the actions of the municipal government in three municipalities in west central of Minas Gerais state. Reinforces through the SWOT matrix the current dependency framework of the municipalities in relation to mining. Adds information required for environmental planning as to position the region in the center of academic discussions and allows the beginning of the establishment of strategies to minimize the negative impacts of mining and maximize the alternatives beyond the places where it is installed.

**Keywords:** Environmental Management. SWOT analysis. Limestone mining.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente degradação dos ambientes naturais evidencia a necessidade de se viabilizar um planejamento ambiental que garanta efetivamente a resolução dos problemas e conflitos existentes e a melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas. Não é uma tarefa fácil, sobretudo, em um país onde os fundamentos do processo do planejamento ambiental não são claros para muitos profissionais da área, devido à própria complexidade do processo, que exige conhecimentos técnicos, ambientais, sociais, históricos, econômicos e culturais para o seu desenvolvimento.

O termo *planejamento* ambiental muitas vezes é confundido com os termos *gerenciamento ambiental* e *gestão ambiental*, embora sejam termos bem próximos e complementares, cada um apresenta referenciais teóricos e metodológicos próprios, que devem ser considerados para que seja evitado o equívoco.

De maneira sintética, a gestão ambiental pode ser interpretada como a integração entre o planejamento ambiental, o gerenciamento ambiental e a política ambiental. O gerenciamento ambiental corresponde a uma etapa posterior ao planejamento, sendo que suas funções estão atreladas à aplicação, administração, controle e monitoramento das alternativas delimitadas no planejamento (SANTOS, 2004).

Não há uma definição única e definitiva de planejamento ambiental, sobretudo, porque o conceito sofreu alterações ao longo do tempo, como veremos no próximo item. Neste sentido, são vários os conceitos de planejamento ambiental encontrados na literatura. O que há de consenso é que o processo implica determinar metas e objetivos e estabelecer instrumentos adequados, para se viabilizar um cenário socioambiental ideal no futuro (FRANCO, 2001; SANTOS, 2004).

O planejamento ambiental é um instrumento dirigido a planejar o uso do território, as atividades produtivas, o ordenamento dos assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade de forma sustentada, com vistas à proteção da qualidade do meio onde esta sociedade está inserida. A conscientização ambiental, as análises integradas do espaço geográfico são requisitos fundamentais na elaboração de um planejamento ecologicamente coerente. Desta forma, deve-se considerar os processos dinâmicos do espaço, a fim de ordená-los, garantindo a melhoria das condições ambientais e da qualidade de vida (MANZOLLI; PORTZ; TAGLIANI, 2013).

Para Franco (2001), o planejamento ambiental assume o papel estratégico de garantir a preservação e conservação dos recursos naturais e, em consequência a sobrevivência da civilização. Santos (2004) e Silva (2003) relatam que a preocupação central do planejamento ambiental, seus fundamentos e metodologias evoluíram ao longo da história. De forma simplificada o Quadro 1 mostra a evolução do planejamento ambiental, segundo Silva (2003).

Quadro 1 - Cronologia da evolução do planejamento ambiental.

<b>Período Histórico</b>	<b>Preocupação central do planejamento</b>
Primeiras aldeias – Mesopotâmia – 4000 AC (topografia e clima, preceitos religiosos, esotéricos e de conforto).	Ordenação do espaço
Grécia – Aristóteles: o grande teórico das cidades	Impactos ambientais em cidades
Grécia Antiga à Revolução Industrial (preceitos religiosos, defesa de condomínios, desenvolvimento de mercado, domínio social e político, estético, funcional)	Impactos culturais e socioeconômicos
Virada do século XIX – anos 30	Planejamento de recursos hídricos e gestão de bacias hidrográficas
Anos 50-70	Planejamentos econômicos
Anos 70	Retomada dos fundamentos dos métodos de decisão multicriterial
Anos 70 e 80	Conservação e preservação de recursos naturais
Anos 90	Desenvolvimento sustentável

Fonte: Silva (2003), adaptado

Um importante aspecto a ser considerado no planejamento é que ele exige uma abordagem interdisciplinar e integrada, considerando o caráter complexo de uma dada situação ambiental, onde não só os aspectos físico-naturais devem ser considerados, mas também, as dinâmicas antrópicas existentes (DIBIESO, 2013).

Cabe aos gestores públicos criar alternativas para que diminuam essa dependência e visualizem vias de desenvolvimento diversificadas, para que as oportunidades de crescimento e desenvolvimento não sejam direcionadas a apenas uma atividade produtiva, no caso a mineração do calcário (DIAS, 2006).

Os municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo, localizados na região centro-oeste do estado de Minas Gerais, considerados conjuntamente Polo Mineiro Industrial da microrregião de Formiga (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2016), tem como fonte primária de

emprego e renda a atividade de mineração do calcário. São diretamente dependentes da atividade para sobrevivência, o que implica risco para o desenvolvimento sustentável e o crescimento dos mesmos.

Em função do quadro de dependência da mineração do calcário que se instala nestes municípios há, portanto, a necessidade de se propor um planejamento estratégico que possa orientar os gestores com relação às possibilidades de diversificação de atividades que possibilitem seu desenvolvimento, crescimento e renda. Este trabalho tem por objetivo analisar alternativas de desenvolvimento sustentável em função do potencial da região.

A ferramenta utilizada nesse estudo foi o método denominado *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* (SWOT) ou como é conhecido na língua portuguesa Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (FOFA). Utilizou-se o método indutivo de pesquisa, partindo da observação dos fatos, pela experimentação daquilo que poderia ser passível de observação (NÉRICI, 1978; RODRIGUES, 2006), procurando conhecer a realidade dos municípios, para posteriormente traçar projeções ideais para a proposta de uma gestão ambiental estratégica (PARRA FILHO; SANTOS, 2000).

### **Procedimentos e Metodologia**

Os procedimentos básicos utilizados para a realização do estudo partiram da pesquisa de campo composta de visitas às empresas e aos municípios, objeto do estudo, bem como da teoria dos aspectos defendidos e discussão dos resultados. Utilizou-se o método indutivo de pesquisa, partindo da observação dos fatos, por meio do raciocínio indutivo, pela experimentação daquilo que poderia ser passível de observação (NÉRICI, 1978; RODRIGUES, 2006), procurando conhecer a realidade dos municípios, para posteriormente traçar projeções ideais para a proposta de uma gestão ambiental estratégica (PARRA FILHO; SANTOS, 2000).

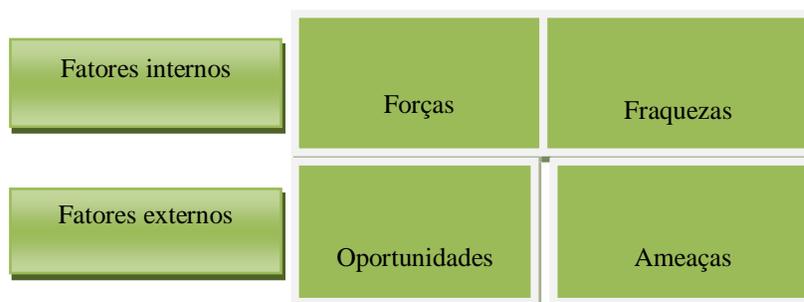
Uma das ferramentas utilizadas pelas organizações para elaborar o planejamento de ações estratégicas é o método denominado *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* (SWOT) ou como é conhecido na língua portuguesa Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (FOFA) e assim nesse estudo será chamado. O método propicia à organização realizar uma análise dela mesma e de seu entorno e é uma maneira de conhecer a condição de partida antes de definir as estratégias de ação para o curto, médio e longo prazo.

Vários trabalhos utilizaram a metodologia FOFA como, por exemplo, em Alves et al. (2007), Dantas e Melo (2008), Hsu et al. (2013), Oliveira e Pardo (2007), Partidário et al. (2002) e Partidário e Técnica (1998), por ser uma ferramenta importante aplicada inclusive na gestão de grandes empreendimentos (AULICINO et al., 2014; COELHO, 2012; DALAL-CLAYTON; SADLER, 2005; DIAS, 2006; FABRO NETO, 2010; LEMOS, 2007; LEMOS; OKUMURA; MASSARO, 2007; OLIVEIRA; BURSZTYN, 2001; TACHARD; PELLIN; SOUZA, 2007).

O método FOFA analisa as forças internas em relação às oportunidades externas, bem como as fraquezas internas em relação às ameaças externas à organização, ou seja, analisa as condições de partida frente às tendências e cenários futuros. Esse método permite aos gestores obterem um diagnóstico mais preciso da realidade organizacional e das perspectivas do ambiente externo, visto que propicia a contextualização da organização em nível micro e macro, local e não local (VALENTIM, 2011).

O diagrama abaixo representa de forma conveniente a análise do ambiente pelo método FOFA (FIGURA 1).

Figura 1 - Diagrama da Matriz SWOT/FOFA.



Fonte: - Adaptado de Brasil (2002)

**Onde:** *Forças*: são fatores que tornam mais competitivos ou onde existe uma vantagem comparativa por qualquer razão, como recursos, potencial, etc. Refletem geralmente aspectos internos e podem ser controlados pela organização. *Oportunidades*: qualquer tendência favorável de mercado, mudança ou necessidade que pode ser atingida, mas está sendo subutilizada. *Fraquezas*: representam uma limitação, deficiência que pode distanciar de atingir os objetivos, tanto humanos como outro motivo e que pode influenciar no resultado. *Ameaças*: tendência ou fator desfavorável e que está fora do controle direto (BRASIL, 2002).

O ambiente interno das organizações pode ser controlado por gestores, uma vez que reflete os resultados das estratégias de atuação pelos mesmos. Na análise, quando percebido um ponto forte, este deverá ser ressaltado ao máximo, e quanto aos pontos fracos, quando surgirem, estes devem ser controlados ou se possível minimizado seu efeito. Quanto ao ambiente externo, este está totalmente fora do controle da organização, mas os gestores devem conhecê-los e monitorá-los com frequência, de forma a aproveitar as oportunidades e evitar as ameaças (DANTAS; MELO, 2008).

A execução de uma análise de FOFA se dá usualmente por via de oficinas com participação de peritos, consultores, gestores públicos e a comunidade afetada pela ação estratégica à qual está sendo aplicada a técnica (LLWODRAETH CYMRU WELSH GOVERNMENT - CEP, 2006). No presente trabalho, foi utilizada a análise a partir da observação *in locu* (observação da estrutura geral dos municípios). Com o intuito de analisar as potencialidades e fragilidades para o planejamento estratégico para o desenvolvimento ambientalmente sustentável dos municípios objeto do estudo.

Foi realizado um diagnóstico geral das características das empresas, e dos municípios onde elas estão inseridas, identificando um conjunto de elementos positivos e negativos que ocasionam fragilidades, oportunidades, forças e ameaças (QUADROS 1, 2, 3 e 4). Para elaboração da matriz FOFA foram levadas em consideração as variáveis internas (forças e fragilidades) Quadros 3 e 1, e as variáveis externas (oportunidades e ameaças) Quadros 2 e 4.

Quadro 2 - **Fragilidades** observadas durante a pesquisa *in loco* nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo- MG

Ausência de fluxo de caixa para períodos de "entressafra;"	Índice de Gini abaixo do sustentável;
Dependência de períodos de safra agrícola;	Salário médio do trabalhador muito abaixo do recomendado (IPEA);
Ausência de pesquisa para melhoria da qualidade da matéria prima e alternativa de mercado consumidor;	Dependência total da atividade minerária;
Dificuldade de acesso a informação sobre AAE;	Necessidade de se criar alternativas de trabalho e renda para população;
Ausência de um setor dentro das empresas especializado em gestão socioambiental;	Descontinuidade de políticas e de ações de planejamento;
Empresas tipicamente familiares;	Desflorestamento;
Poluição;	Saneamento básico insuficiente;
Trafego intenso de veículos pesados dentro dos municípios e no seu entorno;	Poucas áreas naturais protegidas;
Falta de mão de obra especializada em gestão ambiental estratégica;	Baixo índice de tratamento de esgotos
Descaracterização de ecossistemas;	Baixo índice de escolaridade entre jovens adultos;
Sazonalidade de produção e comercialização do calcário	Renda per capita muito baixa;

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 3 - **Oportunidades** para o desenvolvimento estratégico observado *in loco* nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo- MG.

Estratégias de ação associadas à formulação de projetos financiados pelos governos municipais, estaduais e Federal direcionadas ao desenvolvimento sustentável
Avaliação ambiental estratégica e avaliação de impacto ambiental
Localização geográfica
Proximidade à BR381 (Fernão Dias) facilidade de escoamento da produção
Paisagens e grutas como opção ao turismo espeleológico e ecoturismo
Proximidade ao lago de Furnas como secundarização de opção do turismo
Necessidade de se criar alternativas para escoamento da produção evitando a utilização de vias urbanas evitando assim ruídos, poeiras e trânsito de veículos pesados no meio urbano.
Empregabilidade

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 4 - **Forças** para o desenvolvimento estratégico observado *in loco* nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo- MG.

Safras agrícolas (calcário agrícola)	Controle de qualidade
Qualidade do produto para o mercado interno;	Inovação e flexibilização do processo produtivo
Infraestrutura de qualidade nas empresas;	Qualidade e padronização do produto
Localização geográfica;	Aceitação do produto no mercado
Recolhimento da CFEM;	Transparência na formação do preço
Emprego e renda;	Canais de distribuição
Pesquisa de mercado;	Finanças;
-Produção e operação;	Formalização contratual e ambiental
Capacidade de produção;	Gerenciamento de riscos
Capacidade de utilização;	Motivação dos colaboradores
Eficiência ou produtividade;	Desenvolvimento técnico profissional;
Estrutura de custo de produção;	Criação de departamento especializado em gestão ambiental sustentável
Controle de estoque e reposição;	Envolvimento da população nas ações de mitigação dos impactos gerados pela atividade
Instalações e equipamentos;	Criação de comitês com participação da sociedade civil para divulgação de projetos de educação ambiental
Sistema de informação gerencial, Trabalho em equipe,	Comprometimento dos objetivos de sustentabilidade;

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 5 - **Ameaças** para o desenvolvimento estratégico observado *in loco* nos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo- MG.

Desmatamento e descaracterização da vegetação;
A expansão de empresas ligadas a mineração não legalizadas ambientalmente conhecidas fornos de cal semicontínuos, também conhecidos como fornos de barranco.
Falta de apoio para consultas, informações e dúvidas (Centros Públicos e profissionais qualificados).
Falta de conhecimento/interesse da comunidade sobre desenvolvimento sustentável;
Entrada de concorrentes no mercado;
Falta de planejamento das empresas para épocas de entressafra
Desinteresse da comunidade com relação ao desenvolvimento ambiental sustentável.
Dependência da população para empregabilidade
Ausência de gestão pública que crie alternativas para desenvolvimento de outras formas de emprego e renda para população.

Fonte: Dados da pesquisa

Estabelecidos os componentes da matriz, nos Quadros 1,2,3 e 4, os dados foram cruzados da seguinte maneira: oportunidades com as forças e as fragilidades com as ameaças, na busca de estabelecer estratégias que minimizem e monitorem os aspectos negativos e maximizem as potencialidades, visando a estratégias de gestão ambiental para a região. Isto possibilita a análise da realidade da situação interna e externa das empresas e as potencialidades de desenvolvimento sustentável dos municípios.

Após o conhecimento das limitações e propriedades positivas para a gestão sustentável dos municípios que contextualizam os ambientes externo e interno das empresas, tomou-se por base o contexto **social, econômico e ambiental**, as condições gerais dos municípios e as condições de cada variável para estruturação da matriz FOFA. Estas variáveis quando cruzadas propiciam uma visão preliminar a respeito de as linhas estratégicas serem adotadas para o planejamento estratégico ambiental local.

## 2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Análise FOFA**

Após promover a seleção dos fatores componentes da matriz, pode ser reforçada a constatação da total dependência destes municípios da atividade minerária. Este fator torna-se um complicador para que sejam implantadas alternativas de gestão ambiental, visto que a mineração é *per si* uma atividade que causa efeitos de degradação no ambiente em que se instala, e que, os municípios, em função da dependência econômica do setor, não se manifestam *a priori* pela questão ambiental e sim pela necessidade de emprego e sobrevivência.

O cruzamento do potencial de atratividade (turismo espeleológico, ecoturismo) indica uma ação mais adequada a ser desenvolvida e estimulada pelos gestores públicos. Com relação às análises das ameaças, são apresentados os pontos críticos que foram observados durante a pesquisa de campo, para os quais se deve prever ações visando a sua mitigação.

### **Estrutura da Matriz FOFA**

Para elaborar a matriz foi inicialmente feito o cruzamento das oportunidades e forças que tratam o ambiente interno das organizações, dando ênfase às questões sociais, econômicas e ambientais. Da mesma forma e com o mesmo enfoque foram feitos os cruzamentos das fragilidades e ameaças.

No que se refere às oportunidades, como observado no Quadro 2, a geração de empregos, a localização geográfica e a facilidade de escoamento da produção em função da proximidade da BR 381 foram os fatores que chamaram a atenção de forma positiva. Em contrapartida, a ausência de estudos prévios como avaliação ambiental estratégica denuncia pouca iniciativa da administração pública de desenvolver um potencial turístico, proporcionado pela presença de paisagens e cavernas existentes no local em função do relevo

cárstico. Alternativa essa que poderia ser usada nos períodos de entressafra, a partir da qualificação da mão-de-obra ociosa no período. As Figuras 2 e 3 mostram a Gruta do Mané Juquinha e a Gruta do Zé Brega, respectivamente, como um dos vários pontos turísticos pouco aproveitados no município de Pains.

Figura 2 - Gruta do Mané Juquinha.



Fonte: Grupo de Espeleologia Guano Speleo (2016)

Figura 3 - Gruta Zé Brega Pains- MG.



Fonte: Sociedade Excursionista & Espeleológica (2016)

No que se refere a forças, Quadro 3, tem-se a necessidade de se aliar o envolvimento da comunidade nos projetos de educação ambiental e também o envolvimento nas ações de mitigação dos impactos, tornando, na medida do possível, a comunidade local mais participativa nas questões da coletividade e de interesse público. O pagamento da CFEM e sua correta aplicação também são pontos a serem observados no que se refere ao desenvolvimento social e como contrapartida para a compensação pelo processo degradativo inerente à mineração.

Ainda no Quadro 3, a geração de emprego e renda para a comunidade é um fator importante, mas esbarra na dependência das empresas nos períodos de safra agrícola. Nos períodos de entressafra, os trabalhadores são dispensados, os profissionais terceirizados como caminhoneiros que fazem os fretes dos produtos (brita, cal) não têm trabalho gerando assim um problema social que acaba por interferir no cotidiano econômico dos municípios, no comércio em geral.

Para análise das questões internas, foi feito o cruzamento das fragilidades com as ameaças, (fatores externos) Quadros 1 e 4. A ausência de um setor especializado em gestão ambiental dentro das empresas, que dialogue com a comunidade, é o principal gargalo para uma gestão ambiental sustentável. A falta de material humano especializado em gestão ambiental, o desconhecimento dos processos de gestão ambiental estratégica e o perfil de empresa familiar centralizado e arcaico são características marcantes, da grande maioria, das empresas da região.

Quando se observa as fragilidades ambientais como poluição atmosférica, tráfego intenso de veículos pesados em vias urbanas e na Rodovia BR 354, descaracterização de ecossistemas, poucas áreas naturais protegidas, pode-se também considerar fatores internos. Numa organização onde há setores especializados em gestão ambiental, passivos como os citados no Quadro 1,

podem ser mitigados, como instalação de filtros para diminuição da poluição no processo de calcinação, criação de vias alternativas para escoamento da produção, que não sejam de tráfego urbano, preservação e ou reconstituição dos ambientes naturais descaracterizados, e o aumento da áreas de proteção ambiental (FIGURAS 4, 5 e 6).

Figura 4 - Poeira gerada pelo trânsito de caminhões.



Fonte: Fonte: Arquivo pessoal

Figura 5 - Aspecto da Rodovia BR 354, altura do KM 474 – Arcos.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6 - Aspecto da vegetação coberta por poeira.



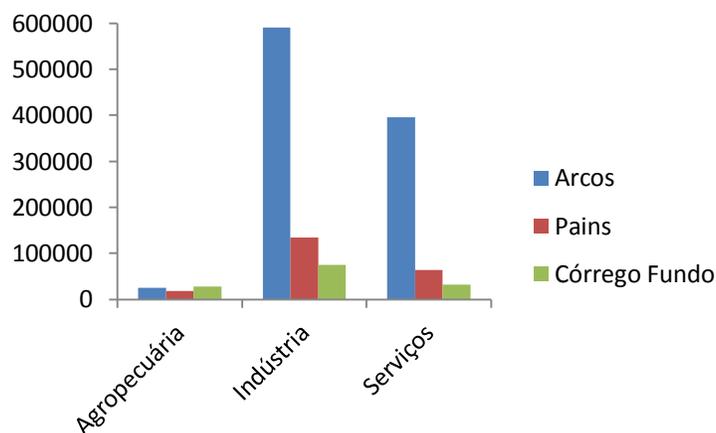
Fonte: Arquivo pessoal

Quando se observam aspectos sociais, apontados no quadro que apresenta as fragilidades, Quadro 1, percebe-se que a renda per capita baixa, o índice de Gini abaixo do sustentável, e o baixo índice de escolaridade (IBGE, 2010) são fatores resultantes da flutuação da empregabilidade gerada pela mineração. Uma das questões/deficiências da gestão pública se assenta na dependência de apenas uma atividade produtiva para a geração de empregos. Fato esse observado não só na região, mas em várias outras que têm também a mineração como principal gerador de empregabilidade (ANDRADE et al., 2010; LIMA; TEIXEIRA, 2006; PORTELLA, 2016; SILVA-SÁNCHEZ; SÁNCHEZ, 2011).

Lima e Teixeira (2006) selecionaram vários municípios mineradores de seis estados brasileiros, dentre eles Minas Gerais, com potencial de desenvolvimento devido ao grande volume de recurso proveniente da CFEM, e tentaram estabelecer relação entre o PIB per capita, a CFEM e a evolução do índice de desenvolvimento humano. O resultado a que estes autores chegaram é que não há uma relação clara entre a ocorrência de atividade mineradora e o alto índice de desenvolvimento humano nos municípios.

Com relação à economia dos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo, o setor industrial representa maior percentual quando comparado à agropecuária e serviços (IBGE, 2015). O Produto Interno Bruto (valor adicionado) dos municípios de Arcos, Pains e Córrego Fundo pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Produto Interno Bruto (valor adicionado) Arcos, Pains, Córrego Fundo

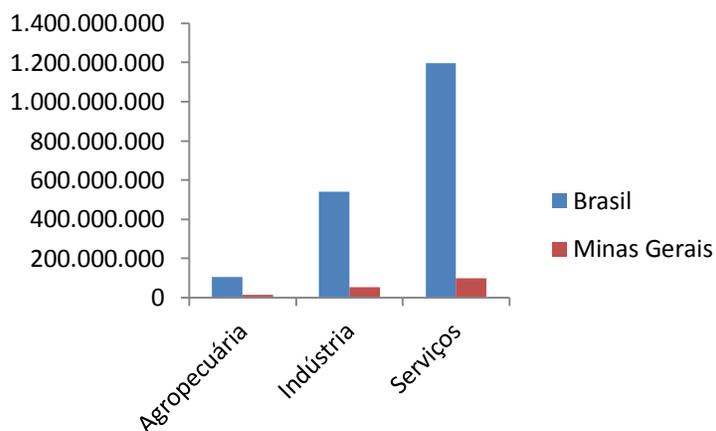


Fonte: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA- Adaptado.

O Valor Adicionado constitui-se da receita de venda deduzida dos custos dos recursos adquiridos de terceiros. Trata-se da remuneração dos esforços desenvolvidos para a criação da riqueza das empresas. Tais esforços são, em geral, os empregados que fornecem a mão-de-obra, os investidores que fornecem o capital, os financiadores que emprestam os recursos e o governo que fornece a lei e a ordem, infraestrutura socioeconômica e os serviços de apoio (LUCCA, 1998).

O Gráfico 2 mostra a situação dos setores econômicos do Brasil e do Estado de Minas Gerais, onde a indústria também se mostra como um setor proeminente, porém o setor de serviços se mostra mais atrativo para o desenvolvimento do Estado e do País.

Gráfico 2 - Produto Interno Bruto (valor adicionado) Brasil e Minas Gerais.



Fonte: Adaptado de IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA.

Neste estudo, também não se observa de forma clara se há uma relação direta entre a ocorrência da atividade mineradora e o índice de desenvolvimento humano. Entretanto quando se observa o Gráfico 1, a participação da indústria é muito significativa quando comparada aos outros setores (agropecuária e serviços).

Quanto às ameaças, Quadro 4, os principais fatores ambientais e sociais são o desmatamento, a descaracterização da vegetação (Figuras 7, 8, 9 e 10), desinteresse e falta de conhecimento da comunidade no que se refere ao desenvolvimento sustentável, e também a expansão de empresas ligadas à mineração não legalizadas ambientalmente conhecidas como fornos de cal ou

fornos semicontínuos, também conhecidos como fornos de barranco. O desmatamento (FIGURA 10) e a descaracterização da vegetação são característicos da atividade (FIGURAS 7, 8 e 9) o que não significa que deva ser um fator imutável. É urgente a recomposição da vegetação o mais próximo possível das suas características naturais.

Quanto ao desinteresse da população no que se refere às questões ambientais, ele representa o reflexo da falta do diálogo entre empresas e as comunidades onde estão instaladas.

Figura 7 - Vista aérea da descaracterização da vegetação por exploração da jazida



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 8 - Descaracterização da vegetação por instalação da indústria.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 9 - Vista aérea da descaracterização da vegetação por instalação da indústria e exploração de jazida



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 10 - Vista aérea de área desmatada para plantio de eucalipto. Ao fundo áreas desmatadas para usos diversos.



Fonte: Arquivo pessoal

Os fornos de barranco ou fornos semicontínuo são em sua maioria empreendimentos irregulares, muitos acabam por serem desativados nos períodos de entressafra. (FIGURAS 11 e 12).

Figura 11 - Fornos semi-contínuos, também conhecidos como fornos de barranco.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 12 - Vista aérea de um Forno semi-contínuo- Córrego Fundo.



Fonte: Arquivo pessoal

No ano de 2013, por exigência da Promotoria de Justiça da Comarca de Formiga, a Superintendência Regional de Regularização Ambiental do Alto São Francisco (SUPRAM/ASF) elaborou parecer caracterizando o cenário ambiental de produção de calcário, a partir da queima em fornos semicontínuos. Na proposta apontada pelo parecer está a implantação de alternativas tecnológicas de controle ambiental da atividade, que consiste no exaustor e filtro, em todas as indústrias da categoria no município. Os fornos de cal semicontínuos, também conhecidos como fornos de barranco, teriam que instalar exaustor e filtro em suas chaminés.

A determinação foi que a adequação deveria ser acatada até o ano de 2015. Porém, por determinação da Deliberação Normativa 187 de 2013 (DN 187/03) do Conselho de Política Ambiental (COPAM), que trata sobre as condições e limites máximos para a emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas, estabeleceu o prazo até o ano de 2017 (BRASIL, 2013).

Segundo informação da Diretoria da Cooperativa dos Produtores de Cal em Fornos Semi Contínuos e Semelhados (COOPROCAL, 2016)<sup>1</sup>, não existe ainda um filtro para esse tipo de forno e as adequações exigidas pelo Ministério Público impossibilitariam a continuidade da atividade por pequenos produtores, por ser inviável economicamente. O custo estimado para adequação dos fornos em atividade atualmente gira em torno de R\$40.000,00 a R\$50.000,00, quantia essa que não dispõem os pequenos produtores, haja vista que a venda do produto (cal) por estes pequenos produtores está muito abaixo do esperado, mesmo no mês de junho, considerado como época de boas vendas.

De acordo com a Diretoria Administrativa e Financeira <sup>2</sup> da COOPROCAL, foi instalado um projeto piloto para teste em um dos fornos, um filtro lavador de gás usado em caldeiraria, porém a pouca durabilidade, a dificuldade de manutenção e o alto custo financeiro não estimularam os proprietários.

O resultado de todo esse processo é que os fornos que ainda estão ativos continuam a queima, mesmo sem a instalação do exaustor e do filtro em suas chaminés. Ainda de acordo com a direção da COOPROCAL, dos 23 proprietários cooperados, apenas 15 estão ativos e mesmo assim, no sistema de rodízio, para que a cooperativa possa receber corretamente as cotas que são estipuladas para cada cooperado.

A análise da situação dos municípios mostra que a dependência de uma só atividade econômica, qualquer que seja ela, coloca o município em situação de extrema vulnerabilidade social e econômica. O poder público municipal deve se responsabilizar por estimular a diversificação da economia do seu município. Cabe aos gestores municipais essa responsabilidade, que é a promoção de

---

<sup>1</sup> Comunicação pessoal. Silmar Aparecida Neves leal - Diretora Administrativa e Financeira da COOPROCAL, 2016.

<sup>2</sup> Comunicação pessoal. Silmar Aparecida Neves leal - Diretora Administrativa e Financeira da COOPROCAL, 2016.

alternativas locais de empreendimentos que não sejam dependentes da extração mineral, como é o caso dos municípios em estudo.

Outros fatores chamam a atenção ainda no Quadro 4, a ausência de uma gestão pública que possibilite e incentive a criação de alternativas para o desenvolvimento de outras formas de emprego e renda para a população, e a falta de planejamento das empresas para os períodos de entressafra, o que remete à questão social, no que se refere à flutuação da empregabilidade e geração de renda.

### 3 CONCLUSÕES

A matriz SWOT proporcionou a realização de um inventário que pode dar início a estudos posteriores mais aprofundados sobre a aplicação do planejamento estratégico em regiões de base mineral do calcário. No caso deste estudo, obteve-se a confirmação da dependência econômica dos municípios que têm somente uma atividade produtiva.

Opções locais como o ecoturismo ou espeleoturismo (turismo de cavernas) podem ser desenvolvidas na região. No entanto, observações realizadas nos municípios demonstraram que a atividade é realizada por um grupo local e de forma pontual e esporádica. A atividade, sem orientação e supervisão de profissionais especializados, torna-se um risco, pois pode transformar uma atividade agradável e educadora em uma atividade predatória, de risco para as pessoas e sem responsabilidade profissional.

O planejamento estratégico acrescenta informações necessárias ao planejamento socioambiental da localidade, à medida que posiciona a região no centro de discussões acadêmicas e possibilita o início do estabelecimento de estratégias para minimizar os impactos negativos da mineração e maximizar as alternativas além dela nos locais onde ela se instala.

A falta de alternativas de trabalho e renda na região, principalmente no período entressafra, caracteriza o maior gargalo da atividade de mineração na região. Sugere-se que políticas públicas de agregação de valor à exploração mineral e ampliação da cadeia de produção de bens devem ser potencializadas na região.

O recolhimento do CFEM e a correta aplicação do recurso são pontos cruciais para o desenvolvimento sustentável da região, pois pode contribuir como contrapartida para a criação de alternativas de desenvolvimento na região.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, I. et al. Aplicação do modelo e análise SWOT no diagnóstico estratégico de uma propriedade rural especializada em recria e engorda de bovinos de corte. **Revista Científica de Administração da UniEvangélica**, Anápolis, v. 5, n. 4, p. 1-18, 2007.
- ANDRADE, M. S. B. de et al. Impactos socioeconômicos da grande mineração nos municípios de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 14., 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2010. 1 CD-ROM.
- AULICINO, A. L. et al. Metodologia de processos prospectivos aplicada ao planejamento estratégico para o desenvolvimento sustentável de APLS de base mineral: experiência do arranjo produtivo de cerâmica vermelha do Norte Goiano. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, DF, n. 10, p. 35-48, jul./dez. 2014.
- BRASIL. Conselho de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 187**, de 19 de setembro de 2013. Estabelece condições e limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas e dá outras providências. Brasília, DF, 2013. Disponível em:  
<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=29875>>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação ambiental estratégica**. Brasília, DF: SQN, 2002. 92 p.
- COELHO, T. Mineração e dependência no quadrilátero ferrífero. **Revista Intratextos**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 128-146, 2012.
- DALAL-CLAYTON, B.; SADLER, B. **Strategic environmental assessment: a sourcebook and reference guide to international experience**. London: Earthscan, 2005. 470 p.
- DANTAS, N. G. de S.; MELO, R. de S. O método de análise SWOT como ferramenta para promover o diagnóstico turístico de um local: o caso do município de Itabaiana/PB. **Caderno Virtual de Turismo**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 118-130, 2008.
- DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006. 232 p.

DIBIESO, E. P. **Planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos: estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio/SP**. 2013. 283 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Santo Anastácio, 2013.

FABRO NETO, F. **Avaliação ambiental estratégica para planos de uso e ocupação do solo: um estudo sobre plano diretor municipal**. 2010. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

FRANCO, M. de A. R. **Planejamento ambiental para cidade sustentável**. São Paulo: Annablume; Ed. FAPESP, 2001. 296 p.

GRUPO DE ESPELEOLOGIA GUANO SPELEO. **Gruta do Mané Juquinha**. Disponível em: <<http://guanospelio.blogspot.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2016.

HSU, P. L. et al. Projeto de análise swot para diagnóstico do ambiente competitivo da empresa natural Farma. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, 2.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 1., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2013. p. 1-16.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades 2015**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/economia>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional por amostra de domicílio**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/pesquisa/pesquisa\\_google.shtm?cx=001166883472422164311%3Azkjemxce8sc&cof=FORID%3A9&ie=ISO-8859-1&q=ARCOS&sa=Pesquisar&siteurl=www.ibge.gov.br%2Fhome%2Festatistica%2Fpesquisas%2Fpesquisa\\_resultados.php%3Fid\\_pesquisa%3D149&ref=www.google.com.br%2F&ss=3130j2548988j7](http://www.ibge.gov.br/home/pesquisa/pesquisa_google.shtm?cx=001166883472422164311%3Azkjemxce8sc&cof=FORID%3A9&ie=ISO-8859-1&q=ARCOS&sa=Pesquisar&siteurl=www.ibge.gov.br%2Fhome%2Festatistica%2Fpesquisas%2Fpesquisa_resultados.php%3Fid_pesquisa%3D149&ref=www.google.com.br%2F&ss=3130j2548988j7)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

LEMOS, C. C. **Avaliação ambiental estratégica como instrumento de planejamento do turismo**. 2007. 185 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

LEMOS, C. C.; OKUMURA, D. T.; MASSARO, F. C. O BID e a avaliação ambiental estratégica no Brasil. In: SANEAMENTO AMBIENTAL: COMPROMISSO OU DISCURSO?, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007. 1 CD-ROM.

LIMA, M. H. R.; TEIXEIRA, N. da S. A contribuição da grande mineração às comunidades locais: uma perspectiva econômica social. In: FÓRUM DE MINERAÇÃO: BENS MINERAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 3., 2006, Recife. **Anais...** Recife: Ed. UFPE, 2006. 1 CD-ROM.

LLWODRAETH CYMRU WELSH GOVERNMENT. **Rural development plan for wales 2007-2013: appendix 3: strategic environmental assessment**. Cardiff: Collingwood Environmental Planning, National Assembly for Wales, 2006. Disponível em: <[http://gov.wales/contact\\_us/?lang=en](http://gov.wales/contact_us/?lang=en)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

LUCA, M. M. M. de. **Demonstração do valor adicionado: do cálculo da riqueza criada pela empresa ao valor do PIB**. São Paulo: Atlas, 1998. 168 p.

MANZOLLI, R. P.; PORTZ, L.; TAGLIANI, C. R. A. Subsídios técnicos para o planejamento ambiental do município de Turuçu, Planície Costeira do Rio Grande do Sul. **Gravel**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 19-35, dez. 2013.

NÉRICI, I. G. **Introdução à lógica**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1978. 200 p.

OLIVEIRA, A. A.; BURSZTYN, M. Avaliação de impacto ambiental de políticas públicas. **Interações: Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 2, n. 3, p. 45-56, set. 2001.

OLIVEIRA, V. M. S.; PARDO, M. B. L. Fábrica de Cimento Portland: impactos ambientais e gestão de conflitos ambientalistas no bairro América (1975-1984). **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 3, n. 5, 2007. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1197>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

PARRA FILHO, D.; SANTOS, J. A. **Apresentação de trabalhos científicos:** monografia - TCC - teses - dissertações. 6. ed. São Paulo: Futura, 2000.

PARTIDÁRIO, M. D. R.; TÉCNICA, E. Avaliação ambiental estratégica. In: ENCONTRO ANUAL DA SEÇÃO BRASILEIRA DA IAIA, 7., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1998. 1 CD-ROM.

PARTIDÁRIO, M. R. et al. **Avaliação ambiental estratégica.** Brasília, DF: MMA/SQA, 2002. 92 p.

PORTELLA, M. O. Efeitos colaterais da mineração no meio ambiente. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, DF, v. 5, n. 3, p. 264-277, 2016.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia científica.** São Paulo: Avercamp, 2006. 90 p.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental:** teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SILVA, J. dos S. V. **Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental:** estudo de caso: bacia hidrográfica do alto rio Taquari MS/MT. 2003. 307 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SILVA-SÁNCHEZ, S. S.; SÁNCHEZ, L. E. **Mineração de fosfato em Cajati e o desenvolvimento local.** São Paulo: EDUSP, 2011. 26 p.

SOCIEDADE EXCURSIONISTA & ESPELEOLÓGICA. **Gruta Zé Brega Pains, MG.** Disponível em: <<http://www.see.ufop.br>>. Acesso em: 10 set. 2016.

TACHARD, A. L.; PELLIN, A.; SOUZA, M. P. O papel do Banco Mundial na inserção da avaliação ambiental estratégica no Brasil. In: SANEAMENTO AMBIENTAL: COMPROMISSO OU DISCURSO?, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007. 1 CD-ROM.

VALENTIM, M. **Planejamento estratégico:** método SWOT (Strengths, Weakness, Opportunities, Threats). Rio Claro: PPT, 2011. 228 p.