

**Universidade Federal de Viçosa**  
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes  
Departamento de Artes e Humanidades  
Curso de Geografia

Brunna Rocha Werneck

**O PROCESSO DE FORMAÇÃO E EXPLORAÇÃO DA ILHA DE  
SINTROPIA DE BAUXITA EM ITAMARATI DE MINAS, ZONA DA  
MATA MINEIRA**

VIÇOSA - MG  
DEZEMBRO DE 2007

Brunna Rocha Werneck

**O PROCESSO DE FORMAÇÃO E EXPLORAÇÃO DA ILHA DE  
SINTROPIA DE BAUXITA EM ITAMARATI DE MINAS, ZONA DA  
MATA MINEIRA**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Geografia da Universidade Federal de Viçosa, como requisito para a conclusão da disciplina GEO – 481 - Monografia e Seminário.

---

Professor Edson Soares Fialho  
Orientador (DAH/UFV)

---

Professor Maurício Paulo Ferreira Fontes  
Co-orientador (DPS/UFV)

---

Professor Fábio Soares de Oliveira  
Examinador (DAH/UFV)

Monografia defendida e aprovada em 13 de dezembro de 2007, perante banca examinadora.

VIÇOSA – MG  
DEZEMBRO DE 2007

## **Dedicatória**

**Dedico este trabalho**

à memória de  
Luís Carlos Pyles,  
um grande conhecedor  
das paisagens brasileiras!

## **Agradecimentos**

A Deus e à minha fé espiritualista,

A toda minha família, aos meus pais Joval e Maria do Carmo, aos meus irmãos Daniel e Daniela, pela convivência e apoio em todas as etapas da minha vida.

Aos professores Edson Soares Fialho (DAH/UFV), Maurício Paulo Ferreira Fontes (DPS/UFV), Elias Silva (DEF/UFV), Basile Kotschoubey (IGC/UFPA), Júlio César de Oliveira (DEC/UFV), José Marinaldo Gleriani (DEF/UFV), pela orientação, incentivo e principalmente pela confiança.

A todos os professores do Curso de Geografia da UFV, pela abnegação ao transmitir-me, mesmo em momentos adversos, seus conhecimentos, frutos de estudo, dedicação e vivência profissional.

À Companhia Brasileira de Alumínio – Departamento de Mineração de Itamarati de Minas – MG, pela oportunidade e apoio técnico para a realização deste trabalho.

À amizade de Luiz Paulo Nogueira Teodoro (1982-2007) que, infelizmente, nos deixou antes da nossa formatura!

A todos os meus amigos, colegas de curso e aos verdadeiros amigos que conquistei nesses anos de estudo em Viçosa.

## Sumário

<b>Lista de Siglas.....</b>	<b>7</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>8</b>
<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>9</b>
<b>Lista de Gráficos.....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1. CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>15</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL.....</b>	<b>17</b>
4.1. A Evolução dos Conceitos Geomorfológicos.....	20
4.2. O Processo de Bauxitização.....	21
4.2.1. Gênese das Bauxitas no Mundo.....	24
4.2.2. Pedogênese e Mobilização do Alumínio.....	26
<b>5. APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>28</b>
5.1. Geologia Regional.....	33
5.1.1. Geologia Local e Descrição dos Depósitos.....	35
5.2. Processo de Apropriação Político-administrativo da Microrregião de Cataguases.....	38
<b>6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>40</b>
6.1. Trabalho de Campo.....	40
6.2. Material e Métodos.....	41
6.2.1. Material utilizado.....	41

6.2.2. Equipamentos.....	42
6.3. Procedimento.....	42
6.3.1. Separação da Fração Areia.....	42
6.3.2. Separação da Fração Silte.....	43
6.3.3. Separação da Fração Argila.....	43
6.4. Material Cartográfico.....	44
6.5. Categorias de Análise do Método Geográfico.....	45
<b>7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>
7.1. O Domínio Morfoclimático dos “Mares de Morros”.....	50
7.2. Considerações Mineralógicas.....	51
7.3. O Fluxo de Escoamento Produtivo da Zona da Mata Mineira.....	60
7.3. 1. Ferrovia: uma forma com outra função.....	65
7.4. A Atividade Mineradora em Itamarati de Minas.....	66
7.5. A (re)configuração sócio-espacial de Itamarati de Minas: uma verdade?.....	67
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>
<b>9. GLOSSÁRIO.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>78</b>

## **Lista de Siglas**

ABAL – Associação Brasileira de Alumínio

AMIG – Associação dos Municípios Mineradores de Minas Gerais

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CBA – Companhia Brasileira de Alumínio

CFEM – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais

CFLCL – Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DAH – Departamento de Artes e Humanidades

DEC – Departamento de Engenharia Civil

DEF – Departamento de Engenharia Florestal

DPS – Departamento de Solos

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DRX – Difractometria de Raios X

GPS – Sistema de Posicionamento Global

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IGC – Instituto de Geociências

IMRS – Índice Mineiro de Responsabilidade Social

MDE – Modelo Digital de Elevação

TIN – Rede Irregular Triangular

UFPA – Universidade Federal do Pará

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UTM – Projeção Universal Transversa de Mercator

## Lista de Figuras

Figura 1. Fluxo de sintropia e aumento de entropia.	18
Figura 2. Concreções de Bauxita em Itamarati de Minas.	22
Figura 3. Distribuição mundial dos depósitos de Bauxita.	25
Figura 4. Província bauxitífera do sudeste, principais depósitos conhecidos.	26
Figura 5. Mapa de localização de Itamarati de Minas no contexto regional.	29
Figura 6. Vista parcial de Itamarati de Minas.	31
Figura 7. Mapa geológico regional da faixa de ocorrência de Bauxita.	34
Figura 8. Perfil de bauxita em lavra na CBA.	36
Figura 9. Modelo Digital de Elevação da Carta Astolfo Dutra.	37
Figura 10. Momento da coleta de uma amostra de solo em Itamarati de Minas.	41
Figura 11. Perfis de topossequência N-S e E-W.	48
Figura 12. Feição dos Mares de Morros em Itamarati de Minas.	51
Figura 13. Mapa das concessões ferroviárias, incluindo a Leopoldina.	64
Figura 14. Mapa de escoamento da bauxita pela CBA.	70

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Evolução da Produção de Bauxita.	14
Tabela 2. População de Itamarati de Minas 1970/2004.	30
Tabela 3. Recursos do Setor Produtivo de Itamarati de Minas 2000/2004.	31
Tabela 4. População Empregada no Setor Formal em Itamarati de Minas 2000/2004.	32
Tabela 5. Recursos do Setor Produtivo de Descoberto 2000/2004.	32
Tabela 6. Recursos do Setor Produtivo de Leopoldina 2000/2004.	33
Tabela 7. Modificação da composição química de um xisto cristalino no processo de transformação em bauxita.	52
Tabela 8. Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais.	68
Tabela 9. Arrecadação de CFEM em Minas Gerais - Jan/jul de 2007.	69
Tabela 10. Número de Funcionários da CBA.	69

## **Lista de Gráficos**

Gráfico 1. Mineralogia da Fração Argila da Elevação nº 1.	54
Gráfico 1. Mineralogia da Fração Argila da Elevação nº 2.	55
Gráfico 3. Mineralogia da Fração Argila da Elevação nº 3.	56
Gráfico 4. Mineralogia da Fração Silte da Elevação nº 1.	57
Gráfico 5. Mineralogia da Fração Silte da Elevação nº 2.	58
Gráfico 6. Mineralogia da Fração Silte da Elevação nº 3.	59
Gráfico 7. Mineralogia da Concreção de Bauxita.	60

## INTRODUÇÃO

O processo de mundialização da economia, através das inovações tecnológicas e possibilitando às empresas transnacionais explorarem de forma mais intensa os recursos naturais, vem aumentando a abrangência e magnitude dos impactos ambientais causados, muitas vezes irreversíveis.

Com a globalização da economia, no caso do Brasil, a exploração mineral passou a ser, cada vez mais, vista como um investimento viável e lucrativo, fazendo crescer um investimento do Estado e de empresas privadas nacionais e estrangeiras numa exploração intensa, a fim de atender o mercado mundial.

A mineração no Brasil é caracterizada principalmente pela exportação da matéria-prima bruta ou beneficiada, imprimindo no produto baixo valor agregado e tornando muitas vezes o preço irrisório frente a produtos importados pelo país, frutos de uma baixa elaboração produtiva dessas matérias-primas, de acordo com Souza; Werneck (2005).

Assim, para a efetivação de um lucro significativo se torna necessária a exploração intensa dos recursos pelas empresas, o que agrava os impactos ambientais. Dessa forma, observa-se uma contradição, pois ocorre um aumento no rigor da legislação ambiental graças a maior troca de informações, mas devido à internacionalização da produção, passa-se a explorar os recursos minerais mais intensamente em busca de lucro (SOUZA; WERNECK, 2005).

Os recursos minerais são recursos não renováveis e a humanidade está cada vez mais ávida de produtos minerais. Tem sido feitas considerações alarmantes sobre o que será o mundo no dia em que o homem não tiver mais os minerais à sua disposição (GUERRA, 1980, p. 138).

A evolução da tecnologia tem permitido que a oferta de bens minerais seja ampliada de modo a atender à demanda crescente, possibilitando o desenvolvimento de métodos de exploração, de lavra e de tratamento que viabilizam a expansão das reservas, a lavra e o tratamento de teores mais baixos, ou antes, inaproveitáveis sem que houvesse elevação dos custos e, conseqüentemente, dos preços. Esse avanço tecnológico possibilitado pela maior troca de informações e conhecimento, permite com que a produção aumente e tente atender à demanda mundial (SOUZA; WERNECK, 2005, p. 4805).

Sobre a evolução dos investimentos na mineração brasileira, podemos diferenciar os investimentos, sendo usual diferenciá-los em dois tipos de atividades: a) pesquisa e prospecção; b) implantação, expansão, lavra e produção. Assim, há uma clara distinção dos

investimentos de caráter geológico daqueles que culminam na transformação das jazidas em produtos comercializáveis (PAULA, 2002, p. 40).

Nesse sentido, na época da implantação da indústria do alumínio no Brasil, na década de 1950, a região Sudeste oferecia grande disponibilidade de energia a baixo custo, jazidas de bauxita, mão-de-obra e capital. Contudo, a demanda de energia na região cresceu e desde então, não apresentava mais a disponibilidade necessária para o crescimento da indústria do alumínio. Nos anos 80 do século XX, foram realizados investimentos na região Norte devido à grande capacidade de obtenção de recursos hidrelétricos, abundância de bauxita, além do movimento das grandes empresas do setor para a região (TEIXEIRA; LIMA, 2007).

Assim, a história do Brasil tem íntima relação com a busca e o aproveitamento dos seus recursos minerais, que sempre contribuíram como importantes insumos para a economia nacional, fazendo parte da ocupação territorial e da história do país. A exploração mineral tem ampliado cada vez mais a cadeia produtiva mundial, e, no entanto, em economias extrativas é preciso identificar e analisar como o processo de extração mineral tem sido absorvido pelos municípios mineradores e como são direcionados os *royalties* da mineração para desenvolverem as economias municipais, quando da exaustão mineral, mesmo sem toda a riqueza natural antes existente.

A questão que será desenvolvida neste trabalho, além do processo de formação da Ilha de Sintropia de Bauxita é justamente saber se um processo baseado na transferência geográfica de valor, como a mineração de bauxita, levou à uma (re) configuração sócio-espacial no município de Itamarati de Minas, incluindo benefícios para este município. Essa transferência seria em função da dissipação da ilha de sintropia de bauxita, localizada no município e explorada desde 1992 pela Companhia Brasileira de Alumínio, do Grupo Votorantim.

## 1. CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA

De acordo com Altvater (1995, p. 43), sintropia e entropia são conceitos da Física em que, nos sistemas fechados, descreve-se e se mede estados (de ordem e desordem) e sua transformação. Os componentes materiais numa ilha de sintropia não se encontram misturados, porém ordenadamente separados e facilmente identificáveis e apreensíveis para o processo econômico. A exploração de ilhas de sintropia não renováveis é, na verdade, a retirada de algo que não pode mais ser repostado, designando, então, o conceito de sintropia como o estado de um sistema de elevada ordem material.

Nesse sentido, o município de Itamarati de Minas (MG) seria uma ilha de sintropia de bauxita, explorada pela CBA - Companhia Brasileira de Alumínio - cuja gênese desses depósitos difere de outros encontrados no Estado de Minas Gerais, por exemplo, Poços de Caldas e do Quadrilátero Ferrífero.

Segundo Paula (2002, p. 72), a **bauxita** é a matéria-prima utilizada na indústria do **alumínio**, sendo que 95% da produção mundial de bauxita metálica é utilizada na produção de **alumina** (óxido de alumínio de alta pureza). As reservas mundiais de bauxita somaram 32 bilhões de toneladas em 2000, estando 7,8% delas em solo brasileiro, segundo Mártires *apud* PAULA, 2002, p. 73. As reservas medidas e indicadas de minério de bauxita alcançaram, em 2005, 2,9 bilhões de toneladas, situando o país no 3º lugar em relação às reservas mundiais do minério, segundo dados do IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração (2007).

De acordo com o IBRAM (2007), o Brasil é o segundo maior produtor de minério de bauxita; com produção, em 2006, de 22,8 milhões de toneladas. Isso equivale a 13% da produção mundial, que foi de 177 milhões de toneladas. A Austrália é o maior produtor, com 61 milhões de toneladas em 2006, correspondentes a 34% da produção total. No Brasil, os principais Estados produtores de minério de Bauxita são: Pará (85%), Minas Gerais (14%) e outros (1%), segundo dados do ano de 2005. A tabela 1 mostra a evolução da produção de bauxita no Brasil e no mundo.

**Tabela 1. Evolução da Produção de Bauxita – em milhões/ton/ano.**

<b>Ano</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
P. Mundial	135	138	144	146	159	169	177
P. Brasil	13	14	14	19	22	22	23
%	9,6	10	9,7	13	13	13	13
Colocação BR	3°	3°	3°	3°	2°	2°	2°

Fonte: USGS/DNPM/ABAL *apud* IBRAM (2007).

Apesar do Pará concentrar a maioria das reservas, Minas Gerais responde por 40% da produção nacional de minério de alumínio. Segundo o presidente do IBRAM, Paulo Camillo Vargas Penna, a Zona da Mata Mineira apresenta vantagens logísticas de um pólo de mineração, pois:

Embora essas reservas de bauxita estejam presentes em quase todo o País, a maior parte situa-se no Norte. A grande distância para os centros consumidores, no Sul e Sudeste, gera elevado custo de transporte (OLIVEIRA, 2007, p. 99).

Nesse sentido, o mercado do alumínio da CBA é alvo de investimentos, tendo como atividades preponderantes a exploração e o aproveitamento de jazidas de bauxita no território nacional, produzindo e comercializando, no país e no exterior, alumínio primário e transformado, em parte com recursos próprios e parte financiado com recursos do BNDES-Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (CBA, 2007).

Com a descoberta de novas jazidas de bauxita no Estado de Minas Gerais, a CBA tem investido cerca de US\$ 150 milhões para colocar a mina de Miraí, localizada no município de Cataguases, em operação a partir de dezembro de 2007. Pelos primeiros cálculos, o investimento nessa unidade (composta de mina, usina de beneficiamento, bacia de rejeito e estradas de serviço e acesso) não passaria de US\$ 30 milhões, mas compromissos assumidos ao longo da instalação do projeto acabaram por elevar o aporte de recursos (REIS, 2007).

O que de uma certa forma leva a uma perspectiva de desenvolvimento para a Zona da Mata Mineira, também é alvo de preocupações em relação à atividade mineradora, inclusive com movimentos de resistência, como a Comissão dos Atingidos por Barragem de Bauxita, na Zona da Mata e as organizações não governamentais que questionam a obtenção de licenciamento ambiental junto aos órgãos competentes. Principalmente em relação ao

rompimento de uma barragem de rejeito de bauxita em Miraf, sob concessão da Rio Pomba Mineração, recentemente (ROTHMAN, 2007).

## 2. JUSTIFICATIVA

Desde o 4º período do curso de Geografia, no ano de 2005, logo após ter cursado a disciplina de Geologia e Pedologia e a de Geomorfologia Geral, fiquei instigada em saber como se dava a relação da evolução do relevo com a concentração de bens minerais, principalmente sobre o processo de bauxitização, pois conheço desde pequena o município de Itamarati de Minas (MG), que é um grande detentor de reservas de bauxita, próximo à minha cidade Leopoldina (MG).

Posteriormente, com a chegada do professor de Geografia Física, Edson Soares Fialho, à Universidade Federal de Viçosa, no 4º período fui prontamente procurá-lo para expor minhas aspirações sobre a temática acima, já com o intuito de desenvolvê-la como meu trabalho final de graduação. Nessa mesma época eu já estava fazendo contato com a empresa mineradora atuante na região, a Companhia Brasileira de Alumínio, para agendar uma visita técnica para conhecer o local, juntamente com o meu irmão, Daniel Rocha Werneck, estudante de Engenharia de Minas, que entendia bem mais sobre mineração. A visita foi realizada em janeiro de 2006.

Concomitantemente, em setembro de 2005, desenvolvi um trabalho sobre globalização e impactos ambientais da mineração brasileira, publicado no XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, na Universidade de São Paulo, que corroborou ainda mais a afinidade com o tema, inclusive mantendo diálogos com outros professores sobre mineração no evento.

De posse do assunto, o professor Edson Soares Fialho me repassou dois artigos que ajudaram muito a desenvolver o tema, com informações úteis sobre o processo de bauxitização. O primeiro artigo tratava de perfis lateríticos bauxíticos da Serra da Bocaina, na divisa dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, publicado pela revista *Geociências*, da Universidade do Estado de São Paulo, de autoria de *Ambrosina H. F. Gontijo et al.* O segundo abordava os principais depósitos minerais brasileiros, que falava sobre a geologia do alumínio, escrito pelo professor *Basile Kotschoubey*, da Universidade Federal do Pará, publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral. Posteriormente, em 2006,

entrei em contato por e-mail com o professor Basile Kotschoubey, que se mostrou interessado em me ajudar, fornecendo muitas informações sobre a gênese das jazidas de bauxita.

Já em meados do 7º período, no ano de 2007, com a disciplina de Geografia e Meio Ambiente, foram trabalhados dois artigos que traziam os conceitos de ilha de sintropia, um era do livro *O Preço da Riqueza*, de Elmar Altvater, e o outro tratava da questão da re (estruturação) do espaço geográfico de Carajás, do livro *Brasil: questões da reorganização do território*.

A partir disso, foi pensada a questão de utilizar o conceito de ilha de sintropia neste trabalho, de modo a trazer para o âmbito local/regional aquilo que o autor Elmar Altvater expõe como uma questão a nível mundial. Ou seja, o aumento da exploração em países de economia extrativista indica a destruição de valores de uso, e esta pode assumir dimensões de destruição de sistemas regionais de recursos naturais inteiros.

Assim, a exploração dos recursos minerais é uma fonte de obtenção de divisas para os países detentores de jazidas, no entanto, isso não significa que os países exploradores obtenham um maior desenvolvimento sócio-econômico, como ocorre com os países produtores de petróleo. A partir desse fato, identifica-se que a pilhagem dos recursos naturais não é revertida em benefícios para o local de exploração.

Nesse sentido, o presente trabalho pretende contribuir para o entendimento do processo de formação e exploração de Ilha de Sintropia em Minas Gerais.

### **3. OBJETIVOS**

Geral:

Analisar o processo de formação da ilha de sintropia de bauxita em Itamarati de Minas, assim como a exploração e sua influência na (re)configuração do espaço geográfico.

Específicos:

- Compreender a espacialidade da concentração do minério bauxita em Itamarati de Minas e sua localização no contexto regional;
- Elaborar um Modelo Digital de Elevação da região para melhor entendimento da evolução do modelado terrestre;
- Analisar a mineralogia dos depósitos de bauxita para a caracterização do solo;

- Analisar as mudanças ocorridas na estrutura sócio-espacial do município com a exploração de bauxita.

#### **4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL**

De acordo com Altvater (1995, p. 43), sintropia e entropia são conceitos da física em que, nos sistemas fechados, descrevem-se e medem-se estados (de ordem) e sua transformação. Para o físico Hans Peter Dürr citado por Altvater (1995), a fonte de sintropia para a evolução da vida na Terra é a radiação solar direta, sendo que o desenvolvimento técnico da atualidade é alimentado essencialmente por carvão, petróleo e gás, que são oriundos de radiações solares pretéritas. Segundo Altvater (1995), os componentes materiais numa ilha de sintropia positiva não se encontram misturados, porém ordenadamente separados e facilmente identificáveis e apreensíveis para o processo econômico. Assim, como exemplo, coloca Altvater (1995, p. 45-46):

[...] quando há parcelas da crosta terrestre em que os diversos elementos de que o planeta é formado não se encontram desordenadamente misturados, mas separados ordenadamente e facilmente acessíveis para os homens (veios de ouro, minas de ferro, reservas de bauxita, depósitos de carvão, compostos petrolíferos, bolhas de gás natural), então pode-se falar em ilhas (positivas) de sintropia. No curso da história da Terra formaram-se ilhas de elevada sintropia positiva durante a formação geológica dos continentes, por exemplo. É o que ocorre com as reservas minerais [...]

Assim, os limites das ilhas de sintropia formados no passado terrestre são, portanto, limites da possibilidade de aproveitamento para a manutenção do processo econômico. Nessa formação limítrofe, os estoques de uma determinada época são resultados de fluxos de energia em períodos longos da história terrestre, ou seja, que se estendem por milhões de anos e são explorados em períodos bastante breves e utilizado para o processamento de materiais ou para a produção de trabalho no sistema econômico.

Coelho (1996, p. 249) afirma que “a sociedade industrial desenvolveu e continua recorrendo às ilhas de sintropia do mundo”. A exportação de sintropia das economias

extrativas para as produtoras corresponde ao aumento da desordem ou do caos nas primeiras, enquanto responde pelo crescimento em ordem nas segundas.

A ordem das ilhas de sintropia diminui irreversivelmente com o esgotamento dos recursos naturais. Com base nas formulações da termodinâmica, cada processo de transformação de matéria e energia resulta em um aumento irreversível da entropia (ou uma diminuição da sintropia). Grande parte da energia é dissipada na atmosfera, na litosfera e na hidrosfera. Há, portanto, uma exportação de entropia para outras regiões onde se dará a elevação do caos social, esquematizado na figura 1 (COELHO, 1996).

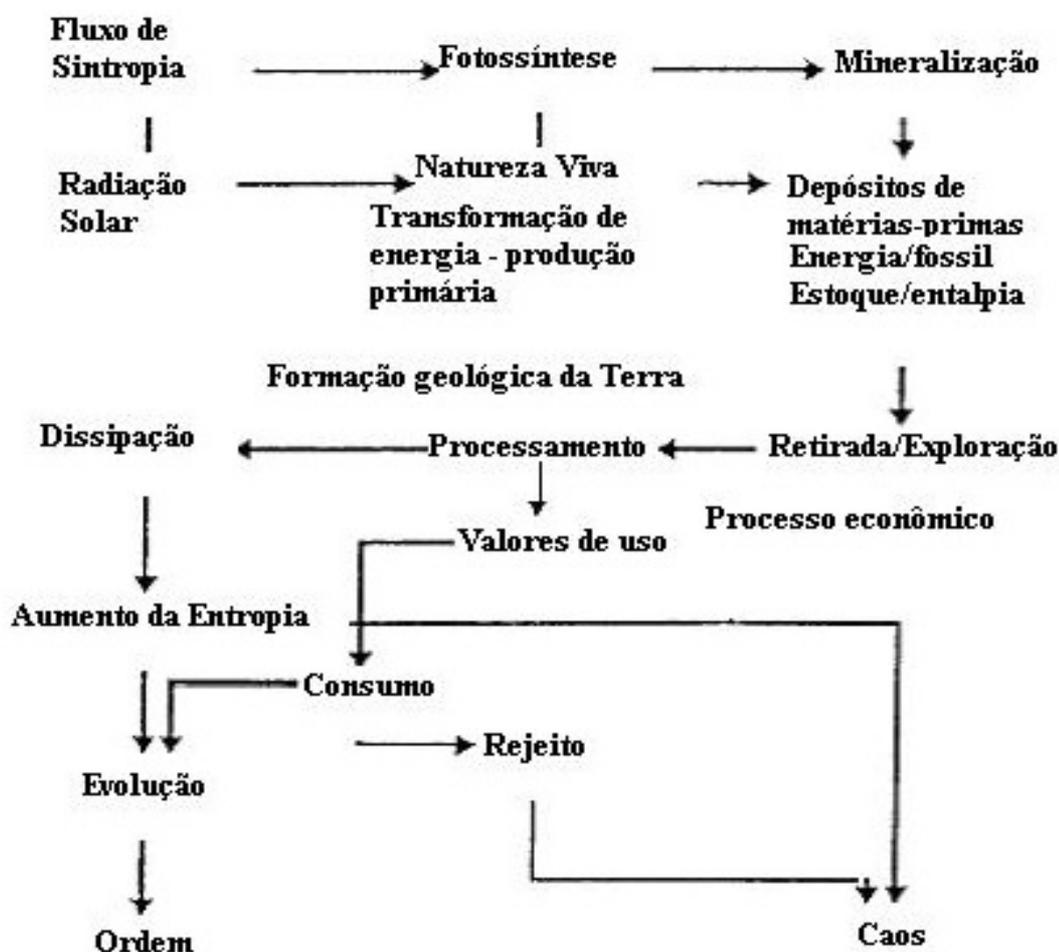


Figura 1. Fluxo de sintropia e aumento de entropia (ALTVATER, 1995, p. 50).

Altvater (1995, p. 227) também coloca que, o aumento da entropia no país de economia extrativista explica muito a caotização social e a falência do desenvolvimento de encadeamentos econômicos e, portanto, das redes que constituem o pressuposto básico da coerência. O aumento da entropia indica a destruição de valores de uso, e esta pode assumir

dimensões de destruição de sistemas regionais de recursos naturais, de ambientes naturais inteiros.

Altvater (1995, p. 69) menciona que, somente quando um sistema pode dispor de sintropia e eliminar entropia, possui uma tecnologia de transformação energética e material e produzir uma cultura adequada de relacionamento com esta, seu desenvolvimento é possível, o aumento da ordem só será bem-sucedido se estas três condições se derem ao mesmo tempo.

A disponibilidade de sintropia por si só não constitui condição suficiente para o desenvolvimento, quando as outras duas condições não existem ou não podem ser satisfeitas. Por outro lado, a transferência de tecnologia moderna não adianta nada quando o gerenciamento do fluxo energético e material não é bem-sucedido ou quando não são dadas as condições culturais do modo de se relacionar com a sintropia e a entropia, ou quando não existe o controle sobre os riscos da utilização da energia, devido à falta dos excedentes redundantes.

Nesse sentido, desenvolvimento significa, para Altvater (1995), consumo de recursos e, portanto, também aumento da entropia e incoerência, desordem, além de ser tido como realização de um sistema coerente com aumento da produtividade, equilíbrio social da renda, formas duradouras de utilização dos recursos naturais e administração inteligente dos riscos.

Portanto, a abundância de recursos naturais possibilitaria o avanço da produtividade em termos energéticos e materiais, abrindo aos homens simultaneamente espaços para, sem respeitar restrições das limitações naturais (e restrições dos habitantes originais da região), converter a lógica do modelo fordista (produção em série) em um modo de vida cuja atração viva fundamentalmente o poder de irradiação mundial (ALTVATER, 1995, p. 94).

Segundo Altvater (1995, p. 68), para atingir um aumento da produtividade do trabalho (a medida quantitativa mais geral do desenvolvimento), é preciso, em primeiro lugar, organizar o fluxo material e energético da sociedade, o que pressupõe o acesso à sintropia, cuja apropriação torna-se mais complicada com a ampliação do processo produtivo. Pois ela já não é acessível a partir de ilhas de sintropia locais, mas via de regra distante, em parte acessível somente mediante os mecanismos do mercado internacional.

Altvater (1995, p. 119) coloca também que, a utilização de energias e materiais das ilhas de sintropia no processo de sua transformação, tem como efeito complementar a emissão de materiais tóxicos, de matéria dissipada, de energia não mais disponível e imprópria para o trabalho e, possivelmente, uma redução da diversidade das espécies. Enquanto input há uma redução da sintropia e quando output há a produção de entropia.

Coelho (1996, p. 254) afirma que, quando novos agentes exploradores de ilhas de sintropia são introduzidos num sistema onde até então um número determinado de elementos dominava o seu comportamento, de modo a lhe garantir uma certa estabilidade estrutural, o sistema torna-se instável. Esta instabilidade pode se tornar uma fonte de desordem (caos) que originará um novo comportamento do sistema, que terá uma estabilidade temporal.

#### 4.1. A Evolução dos Conceitos Geomorfológicos

O estudo do relevo é bastante complexo, pois vários fatores estão envolvidos na sua gênese e transformação. Assim, Davis (1904) *apud* Suertegaray (2002, p. 59) afirmava que:

[...] o tratamento racional e moderno dos problemas geográficos exige que as formas, o mesmo que as formas orgânicas, sejam estudadas desde o ponto de vista da sua evolução e que, até onde este método de estudo necessitar, o geógrafo ou geólogo. [...]

A Geomorfologia como campo de estudo passou por diversas fases na construção dos seus conceitos e suas abordagens, expressando uma estreita relação com a Geografia, sobretudo na perspectiva do relevo como constituinte da paisagem geográfica, é, por consequência, um parâmetro a ser analisado.

Para Gregory (1992, p. 35), a influência geral mais persistente sobre a Geografia Física e a Geomorfologia haja sido a gradual aceitação da *Theory of the Earth*, publicada em dois volumes por James Hutton, em 1795 e mais bem esclarecida por John Playfair (1802), que mais tarde deu origem à escola do Uniformitarismo. Esse princípio defendia que toda a evolução das formas de relevo é lenta e depende do fator tempo, ou seja, *o presente como a chave do passado*.

Já por volta do final da década de 1850, a atenção dos geólogos e geógrafos físicos potenciais estava longe de considerar as implicações do uniformitarismo. Estas surgiram devido a uma outra influência, que transformou totalmente o conjunto da Geografia Física, exercida pela obra de Charles Darwin, publicada em 1859, *A origem das espécies* (GREGORY, 1992).

Uma perspectiva posterior foi a de William Morris Davis, em 1889, que concebeu o relevo como objeto único de análise na estruturação diferenciada da superfície da Terra. Para esse autor, no clássico *O Ciclo Geográfico*, as formas da Terra dependem de três quantidades

variáveis: estrutura, processo e tempo e inseriu a análise morfométrica em seus estudos, dando também um grande impulso ao desenvolvimento da Geomorfologia Estrutural (DAVIS, 1991).

Já numa outra perspectiva, o relevo é considerado um elemento em convergência com outros na constituição da superfície da Terra, trata-se da obra de Walter Penck (1952), introduzindo a pesquisa temporal na análise geomorfológica, através do estudo de depósitos correlativos (MENDOZA *et al*, 1982, *apud* SUERTEGARAY, 2002). É a partir de Penck que acontece uma sistematização entre processos internos e externos na constituição do relevo (escola alemã), na relação relevo - clima – vegetação, culminando posteriormente na concepção de paisagem.

Porém, em relação à concepção cíclica, outro conceito importante de mudança geomorfológica é o do *etchplain*, proposto por Wayland (1933), associado aos temas de intemperismo divergente, desenvolvimento e mecanismos de reforço. Para o autor, as peneplanícies em Uganda seriam formadas pela alternância entre as alterações geoquímicas das rochas e a erosão superficial.

O processo de *etchplain* seria marcado por uma paisagem profundamente alterada, que posteriormente sofreria a ação de um ciclo erosivo com o **regolito** sendo exposto, formando uma planície rochosa. O saprolito apresentaria topografias irregulares, estando sujeito a novo ciclo de alteração e de erosão, de maneira que as suas irregularidades seriam paulatinamente expostas à superfície, criando *inselbergs* na paisagem (OLLIER, 1975, p. 209 *apud* VITTE, 2001).

Mas a teoria da *etchplanação* foi revolucionada a partir dos trabalhos de Büdel (1957, 1963, 1982). Com o conceito de *einebnungsflächen*, ou seja, de *dupla superfície de aplainamento*, Büdel consolidou o papel do intemperismo na análise geomorfológica (THOMAS, 1989, 1994, *apud* VITTE, 2001).

#### 4.2. O Processo de Bauxitização

A bauxitização é considerada como “um processo muito complexo de fenômenos de **laterização** tropical, cujos produtos residuais são os hidróxidos de alumínio” (BIGARELLA *et al*, 1996, p. 620). No entanto, a bauxita não deixa de ser um produto residual do **intemperismo** de algumas rochas aluminosas, pois o desenvolvimento dos depósitos está diretamente relacionado com o manto de intemperismo (também denominado de regolito ou saprolito diferenciados em função da proximidade com a rocha-mãe) e são consideradas como

resultantes da alteração pedogenética das superfícies continentais. A figura 2 ilustra este produto residual.



Figura 2. Concreções de Bauxita em Itamarati de Minas (Arquivo da autora, 09/01/07).

Os depósitos bauxíticos são de origens variadas, podendo ser residuais, aluvionares e sedimentares e, no entanto, existem dois tipos de bauxita distintos: cárstico e laterítico. Assim, os depósitos resultam através de processos de laterização e sedimentação (BIGARELLA *et al*, 1996).

De acordo com Leinz; Amaral (1995), a tendência de decomposição química nos climas tropicais é para a formação de hidróxidos de alumínio ou de ferro, ou ambos, através da laterização, que se caracteriza pela intensiva lixiviação. Assim, o alumínio e o ferro são residuais por serem produtos de menor solubilidade, estando presentes posteriormente na forma de hidróxidos. Sendo a rocha inicial rica em alumínio, o produto da laterização será a bauxita (também denominada de *bauxito*).

O Brasil possui enormes reservas de bauxita e, diferentemente de outros minérios lateríticos, qualquer rocha pode gerar bauxita, pois o Al é um elemento abundante nas rochas

comuns (embasamento cristalino) e muito pouco solúveis na superfície, de modo que se concentra facilmente com a lixiviação intensa dos outros componentes da rocha. Sendo assim, o principal mineral é um hidróxido, a *gibbsita*  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , constituído de alumínio e hidroxilas (TEIXEIRA *et al*, 2000).

No Estado de Minas Gerais, existem depósitos de bauxita laterítica formados pelo intemperismo no Quadrilátero Ferrífero, na **suíte** alcalina de Poços de Caldas e na faixa NE-SW na Zona da Mata Mineira, que faz parte do Complexo Juiz de Fora originados de rochas da era Arqueana (PEDROSA SOARES *et al*, 1994).

No entanto, não haveria um controle litológico na geração das jazidas de bauxita, para Teixeira *et al* (2000), sendo, portanto, as condições morfotectônicas os fatores mais influentes, propiciando alterações em ambientes de drenagem livre para que a lixiviação dos outros elementos constituintes possa ocorrer, e climáticas, caracterizadas por precipitação intensa e temperaturas altas. Leinz; Amaral (1995) também colocam que a topografia deve ser suave, reduzindo ao mínimo o efeito erosivo.

Teixeira *et al* (2000) levam em consideração o ambiente pedogenético propício à laterização, mas outros autores colocam a existência de muitas lacunas no conhecimento da pedogênese laterítica (BIGARELLA *et al*, 1996).

A seguir, são colocados alguns fatores importantes na formação de depósitos por laterização:

O relevo, o solo, o clima, a cobertura vegetal, exercem papel fundamental sobre a geologia na configuração dos terrenos e nos processos que exercem influência nos depósitos minerais. Em alguns casos, as formas de relevo e seus processos geradores podem evidenciar jazimentos minerais, que neste caso são materiais gerados por processos geomorfológicos que dão feição às formas de relevo (VERSTAPPEN, 1983, *apud* ESTAIANO, 2005, p. 612).

Com a alteração dos silicatos com alumínio, são formados hidrossilicatos de neoformação (minerais argilosos), bem como hidróxidos de alumínio. Estes são exclusivamente de origem exógena. Mas por outro lado, os hidrossilicatos de neoformação podem ser de origem hidrotermal (endógena), mesmo sendo a maioria das argilas de origem exógena. A maior parte desse material é formada durante a pedogênese, sendo subsequente reprocessada e depositada como sedimentos diversos (BIGARELLA *et al*, 1996).

Os oxihidróxidos de alumínio resultam de processos pedogenéticos intensos, onde os produtos orgânicos da decomposição da cobertura vegetal desempenham papel importante.

Assim, as bauxitas lateríticas não representariam somente a fase residual da pedogênese laterítica, mas em grande parte originariam-se de um enriquecimento em hidróxidos de alumínio oriundos de uma fase migratória da pedogênese (BIGARELLA *et al*, 1996).

O problema das condições ambientais, segundo Bigarella *et al* (1996), ou seja, a morfologia, quimismo e aspectos biológicos, que são capazes de gerar uma concentração apreciável de alumínio e uma eliminação suficiente da sílica dos silicatos originais, continua em aberto. Um melhor conhecimento desse assunto é de suma importância para a exploração econômica desse metal, cuja maior fonte encontra-se na bauxita laterítica.

#### *4.2.1. Gênese das Bauxitas no Mundo*

Segundo Kotschoubey (1988), as ocorrências de bauxita apresentam idades muito variadas, desde Cambriana ou talvez Proterozóica Superior (Bokson, na Sibéria) até recente, existindo em algumas regiões, como em certas Ilhas do Pacífico, nítidos indícios de bauxitização atual. Em escala mundial, a maior parte dos depósitos conhecidos se formou no Terciário/Quaternário, observando-se uma forte diminuição quantitativa no Mesozóico e mais ainda no Paleozóico.

As variações climáticas, tanto globais como regionais, foram certamente um fator importante na distribuição temporal dos depósitos, pois a irregularidade dessa última, indica claramente ter havido períodos particularmente favoráveis à gênese da bauxita como, por exemplo, o Carbonífero, o Cretácio, o Eoceno e o Mio-Plioceno. Contudo, de acordo com Kotschoubey (1988), o quadro observado hoje resulta também em grande parte da ação da erosão ao longo dos tempos geológicos. A figura 3 mostra a distribuição da bauxita no mundo.

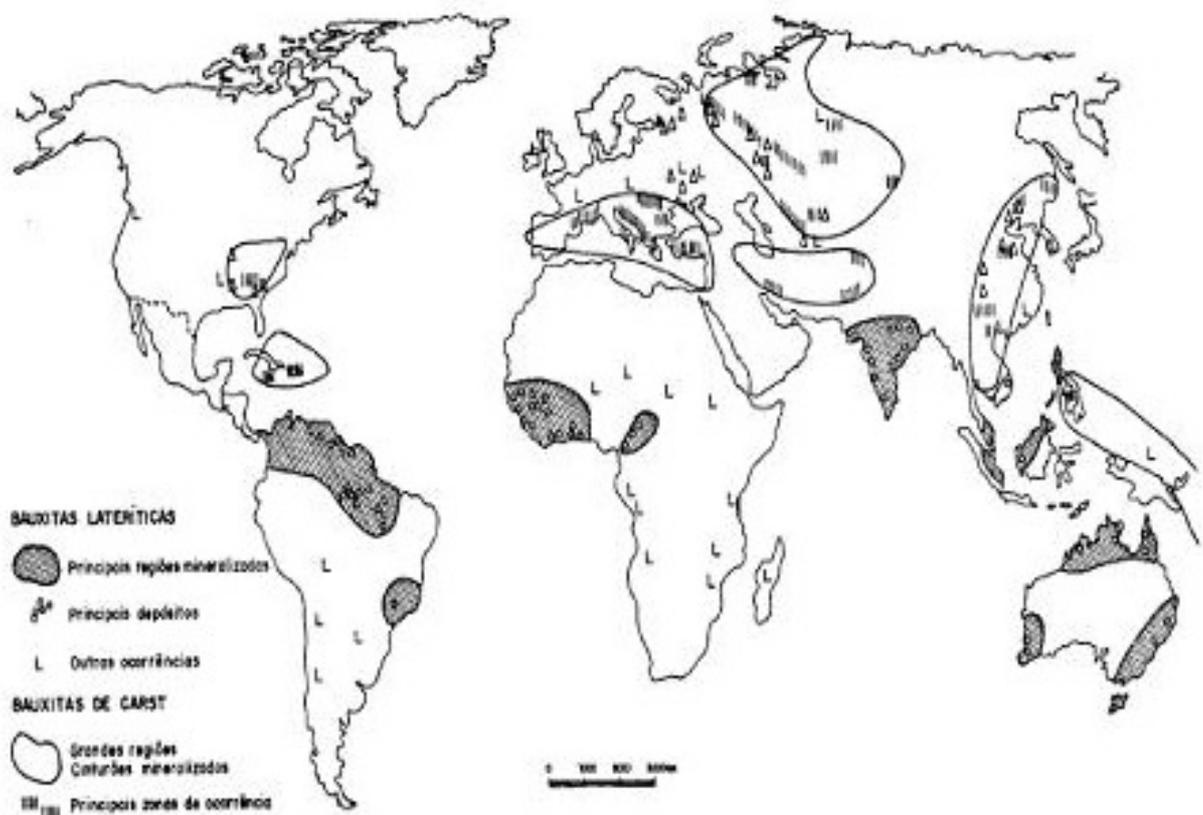


Figura 3. Distribuição mundial dos depósitos de bauxita (KOTSCHOUBEY, 1988, p. 605).

De acordo com Biondi (2003), no sudeste brasileiro existem cerca de três dezenas de minas e depósitos de bauxita sobre o complexo alcalino de Poços de Caldas. No total, esses depósitos têm cerca de 50 milhões de toneladas de minério. A maior parte dos depósitos são concentrações lateríticas formadas sobre os tinguaiços e foiaços do dique grande anelar, que envolve o estrato-vulcão.

Esses depósitos, localmente denominados “jazidas da serra”, têm bauxitas mais espessas e contínuas, com menores teores de sílica reativa, sendo que o minério grada para um substrato rochoso de tinguaiço. No interior do Planalto ficam as “jazidas de campo”, assim denominadas por se situarem em regiões aplainadas, nas quais as bauxitas são menos espessas e menos contínuas, e o minério tem teor mais alto de sílica reativa. Essas bauxitas alternam em profundidade para solos argilosos e caulínicos que alternam para foiaços. Em vários locais, esses solos argilosos são ricos em zircônio (BIONDI, 2003).

Segundo Kotschoubey (1988), o alto teor de alumina e a deficiência em sílica livre das rochas matrizes permitiram, através da lixiviação dos elementos solúveis-alcalinos e alcalinos-terrosos, assim como da maior parte da sílica, a formação de minério de boa qualidade, com 45 a 50% de alumina aproveitável e mineralogicamente gibbsíticas.

O que as bauxitas de Poços de Caldas diferem das de Itamarati de Minas são em relação ao substrato rochoso e gênese, sendo a última sobre rochas metamórficas e granitóides e ao teor mais baixo de sílica reativa. Esses dois depósitos diferentes em suas gênese são explorados pela CBA. A figura 4 ilustra a distribuição da bauxita no sudeste brasileiro.

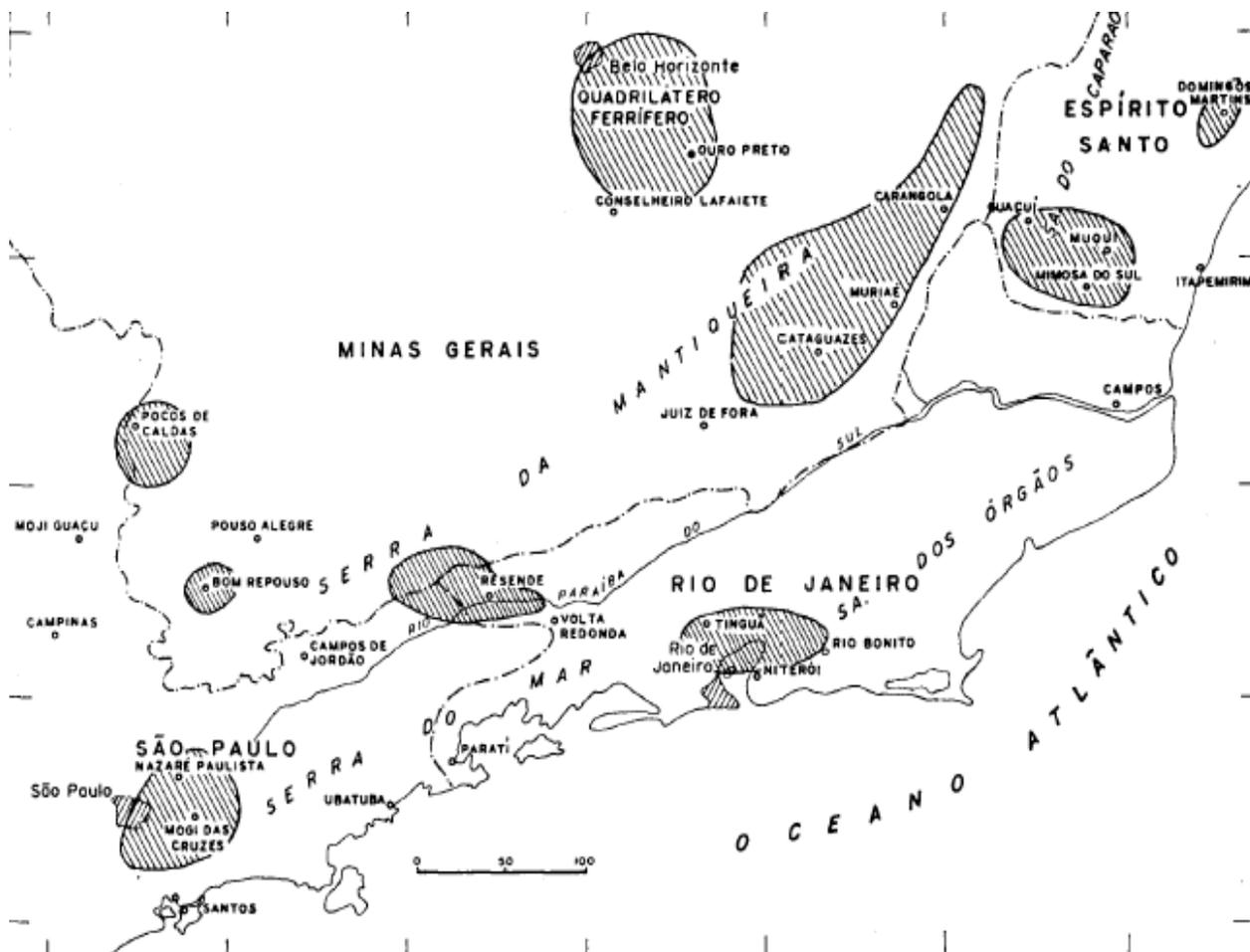


Figura 4. Província bauxitífera do sudeste, principais depósitos conhecidos.

(KOTSCHOUBEY, 1988, p. 608).

#### 4.2.2. Pedogênese e mobilização do alumínio

Na gênese da bauxita, as fontes principais de alumina são os feldspatos, feldspatóides e argilas, sendo todos sensíveis em maior ou menor grau na troca de íons metálicos por  $H^+$  na superfície do cristal. No caso das argilas, o principal óbice na hidrólise é a permeabilidade relativamente baixa dos materiais argilosos. Para Singer (1979) *apud* Bigarella *et al* (1996), evidências de campo revelam que as argilas se transformam em gibbsita, em consequência de uma dessilicificação progressiva.



As argilas do tipo 1/1 (não expansivas) são aparentemente bastante permeáveis para permitir a remobilização do excesso de  $H_4SiO_4$  e formar gibbsita, a qual cristaliza, seja na forma de finos cristais disseminados, ou seja, ao longo de fendas, fissuras e diáclases (BIGARELLA, 1996). De acordo com Butty; Chapallaz (1984) *apud* Bigarella *et al* (1996), a formação da bauxita reflete as mudanças ocorridas nas diversas variáveis (clima, vegetação, movimentos tectônicos, nível de base, topografia e geomorfologia), onde os efeitos combinados destas variáveis originariam solos policíclicos ou poligênicos com evoluções distintas que poderiam conduzir a uma ferralitização ou hidromorfização. Segundo estes mesmos autores, a evolução pedológica ferralítica é essencial para a formação das bauxitas, enquanto que os tipos de pedogênese podzólica e andossólica somente favoreceriam as condições iniciais (ressilicificação).

Sobre a solubilidade do alumínio, as formas iônicas dependem do pH do meio, sendo verificadas ocorrências das formas móveis abaixo do pH 4,5 (como  $Al^{+++}$ ) e acima do pH 8 (como  $Al(OH)_4^-$ ). Wey *apud* Bigarella *et al* (1996), apresenta dados sobre a solubilidade da alumina em função do pH, em comparação com a solubilidade da sílica:

1. A alumina é mais solúvel em ambientes com pH mais ácidos, enquanto que a sílica nessas condições torna-se insolúvel;
2. A alumina é insolúvel em ambientes com pH vizinhos da neutralidade. Nessas condições a sílica mantém sua solubilidade;
3. Ambas tornam-se muito solúveis em ambientes com pH alcalinos.

Nesse sentido, Leinz; Amaral (1995) também colocam que a sílica é tanto mais solúvel quanto mais alto for o pH, pois a alumina pode apresentar dois valores, um ácido e um alcalino, nos quais é grande a sua solubilidade. Sendo assim, o autor conclui que o pH ideal para a laterização é entre 8 e 9, onde é relativamente alta a solubilidade da sílica e baixa a da alumina e, sendo menor a pluviosidade, a tendência é de formar hidrossilicatos de alumínio.

Durante os processos de laterização, o alumínio é retirado inicialmente da rocha matriz como íon  $AlO(OH)_2^-$  transformando-se rapidamente em íon  $Al(OH)_4^-$  relativamente solúvel, segundo Teniakov (1973) *apud* Bigarella *et al* (1996). Nessa forma, uma parte do alumínio é

removida do perfil de alteração, enquanto que outra parte permanece, sendo então redistribuída de acordo com as condições locais (KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT, 1982 *apud* BIGARELLA *et al*, 1996), podendo originar concreções.

Dessa forma progressiva o íon  $\text{AlO}(\text{OH})_4^-$  é polimerizado, dando origem a um complexo insolúvel que se transforma em gibbsita por cristalização, sendo este processo facilitado pela lixiviação rápida dos elementos alcalinos e alcalino-terrosos, bem como da sílica, tornando o meio ácido. Quando a rocha matriz em alteração é pobre nos elementos acima referidos, a gibbsitização é lenta e fraca não possibilitando a formação de um depósito rico em bauxita (TENIAKOV, 1973 *apud* BIGARELLA *et al*, 1996).

No entanto, ainda segundo Bigarella *et al* (1996), a mobilização do alumínio pode acontecer de duas maneiras: de forma superposta ou combinada, como a verificada em solos podzólicos. Em condições de pH baixo o alumínio é solubilizado e mobilizado. No entanto, existem dúvidas quanto ao tipo de ácido envolvido no processo, pois:

[...] os ácidos minerais também poderiam ser a causa da solubilização, como, por exemplo, o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  proveniente da decomposição das piritas eventualmente presentes, ou formado pela oxidação do enxofre liberado na decomposição das matérias albuminóides. [...] parece mais provável que caiba aos ácidos orgânicos e aos ácidos fúlvicos, um papel essencial na mobilização do alumínio (BIGARELLA *et al*, 1996, p. 627).

Assim, há uma grande influência da atividade biológica nas condições do pH dos diferentes minerais, através da nitrificação, sulfo-oxidação, amonificação, síntese de ácidos orgânicos e pela produção de  $\text{CO}_2$  que atua como ácido fraco.

## **5. APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo pertence à mineração CBA – Companhia Brasileira de Alumínio – do Grupo Votorantim, e está localizada em Itamarati de Minas, na Zona da Mata Mineira. As jazidas dessa região estão situadas numa faixa SW-NE, com extensão de aproximadamente 160 Km por 30 Km de largura, indo das proximidades de Juiz de Fora até Carangola, abrangendo partes dos municípios de Coronel Pacheco, Chácara, Maripá, Rio Novo, São João Nepomuceno, Descoberto, Itamarati de Minas, Dona Euzébia, Ubá, Rodeiro, Guidoal, Visconde do Rio Branco, Guiricema, Cataguases, Leopoldina, Ubá, Mirai, Muriaé, Ervália e Miradouro (LOPES; BRANQUINHO, 1988).



A precipitação média anual é em torno de 1500 a 1900 mm, sendo um típico regime sazonal em zonas tropicais. A vegetação original da região é a Floresta Tropical Semi-decidual (RADAM, 1983 *apud* BEISSNER *et al*, 1997). Segundo Lopes; Branquinho (1988), o relevo é bastante acidentado, exibindo pequenas planícies e platôs semidissecados, limitados por franjas escarpadas e montanhosas, apresentando também, vales retilíneos acidentados pelas principais direções de fraturas e/ou cisalhamento. Os principais rios que banham a região são da Bacia do Paraíba do Sul, afluentes de sua margem esquerda: Pomba, Novo, Muriaé e Glória.

O município de Itamarati de Minas possui uma área de 118, 347 Km<sup>2</sup>, com IDH – Índice de Desenvolvimento Humano - de 0,751 (em 2000) e sua população residente de 2000 a 2004 pode ser observada na Tabela 2 abaixo, segundo dados do IMRS – Índice Mineiro de Responsabilidade Social (2005).

**Tabela 2. População de Itamarati de Minas – 1970/2004.**

<b>Ano</b>	<b>População Total</b>	<b>População Rural</b>	<b>População Urbana</b>
1970	3.262	-	-
1980	2.986	-	-
1991	3.439	-	-
1996	3.495	-	-
2000	3.791	987	2.804
2001	3.832	-	-
2002	3.865	-	-
2003	3.899	-	-
2004	3.972	-	-

Fonte: IMRS (2005).

De acordo com o IMRS (2005), renda e emprego, sob certa ótica, podem ser vistos como meios para se assegurar boas condições em diversas dimensões da vida, através do acesso a bens e serviços variados. Especialmente, o acesso a um emprego formal pode ser considerado um requisito de cidadania, um símbolo da inserção social. As tabelas 3 e 4 seguintes demonstram os recursos do setor produtivo de Itamarati de Minas e a participação da população no setor formal. A figura 6 exibe a vista parcial da cidade de Itamarati de Minas.



Figura 6. Vista parcial da cidade de Itamarati de Minas (Arquivo da autora, 2007).

**Tabela 3. Recursos do Setor Produtivo de Itamarati de Minas – 2000/2004.**

<b>Ano</b>	<b>ICMS (R\$)</b>	<b>ICMS per capita</b>	<b>PIB per capita</b>	<b>Participação da Ext. Mineral no total do ICMS (%)</b>	<b>Participação da Ext. Mineral no total do VAF* (%)</b>
2000	1.878.831,13	495,60	4.739,65	94,94	62,20
2001	2.236.208,12	583,56	5.696,56	94,11	52,85
2002	2.971.501,41	768,82	7.820,46	96,35	50,44
2003	2.904.968,27	745,05	10.801,80	88,39	9,28
2004	2.255.147,00	567,70	10.801,80	93,55	51,95

Fonte: Secretaria do Estado da Fazenda e Fundação João Pinheiro *apud* IMRS (2005).

\* VAF: Valor Adicionado Fiscal da Indústria Extrativa Mineral dividido pelo VAF total.

**Tabela 4. População Empregada no Setor Formal em Itamarati de Minas – 2000/2004.**

<b>Ano</b>	<b>Empregados no Setor Formal</b>	<b>Empregados no Setor Formal em relação à população de 16 a 64 anos (%)</b>
2000	434	18,44
2001	398	16,73
2002	452	18,81
2003	515	21,21
2004*	515	21,21

Fonte: IMRS (2005)

\*Estimativa para o ano de 2004.

Em relação aos municípios vizinhos como, por exemplo, Descoberto e Leopoldina, a realidade é outra. Algumas jazidas de bauxita também se encontram no município de Descoberto, porém, o recebimento de CFEM é quase nulo, ou seja, não existe uma compensação financeira, por motivos desconhecidos. A tabela 5 a seguir mostra alguns dados sobre este município que possui um total populacional de 4.761 habitantes em 2004, segundo o IMRS (2005).

**Tabela 5. Recursos do Setor Produtivo de Descoberto – 2000/2004.**

<b>Ano</b>	<b>ICMS (R\$)</b>	<b>ICMS per capita</b>	<b>PIB</b>	<b>Participação da Ext. Mineral no total do ICMS (%)</b>
2000	211.239,44	46,62	3.929,63	0,55
2001	211.711,36	46,17	3.451,83	0,53
2002	315.201,29	68,15	4.020,43	0,25
2003	321.873,32	68,94	4.998,30	0,13
2004	341.379,97	71,70	4.998,30	0,16

Fonte: Secretaria do Estado da Fazenda e Fundação João Pinheiro *apud* IMRS (2005).

Já o município de Leopoldina não possui jazidas de bauxita e não é um município minerador. Sua população é bem superior a Itamarati de Minas e Descoberto, totalizando em

2004, 51.972 habitantes, segundo dados do IMRS (2005). A tabela 6 mostra mais detalhes sobre a economia desse município.

**Tabela 6. Recursos do Setor Produtivo de Leopoldina – 2000/2004.**

Ano	ICMS (R\$)	ICMS per capita	PIB per capita	Participação da Ext. Mineral no total do ICMS (%)
2000	14.559.785,47	290,63	4.186,07	0,21
2001	13.339.627,29	264,23	4.067,29	0,11
2002	11.020.738,29	216,66	4.340,08	0,03
2003	8.786.916,85	171,6	4.695,06	0,03
2004	9.967.372,14	191,78	4.695,06	0,04

Fonte: Secretaria do Estado da Fazenda e Fundação João Pinheiro *apud* IMRS (2005).

A comparação de dados desses três municípios vizinhos é exatamente em função do montante de valor arrecadado de ICMS. É evidente a grande diferenciação de Itamarati de Minas nesse total arrecadado, com suas devidas proporções populacionais. É preciso destacar também, em relação ao setor produtivo de Leopoldina e Descoberto, que existem especificidades produtivas desses municípios que fazem com que a economia não seja tão significativa como Itamarati de Minas. Por não serem municípios essencialmente mineradores, a economia gira em torno da agropecuária e prestação de serviços em Leopoldina e do setor têxtil na região de Descoberto.

### 5.1. Geologia Regional

De acordo com Lopes; Branquinho (1988), a região está em domínio de rochas metamórficas de idade pré-cambriana, complexamente arrançadas e altamente transformadas, dificultando o reconhecimento de suas condicionantes estratigráficas. A definição de uma estratigrafia a partir dos elementos primários é pouco viável, uma vez que o conjunto petrográfico resultou de sucessivas transformações, com acréscimo ou subtração de minerais. A extrema irregularidade dos limites dos conjuntos litológicos por sua vez impede uma inferência precisa de continuidade em subsuperfície. Diante desse quadro, a opção mais conseqüente foi estabelecer duas unidades de mapeamento: **complexo** e **associação**, mostrada pela figura 7, seguinte:

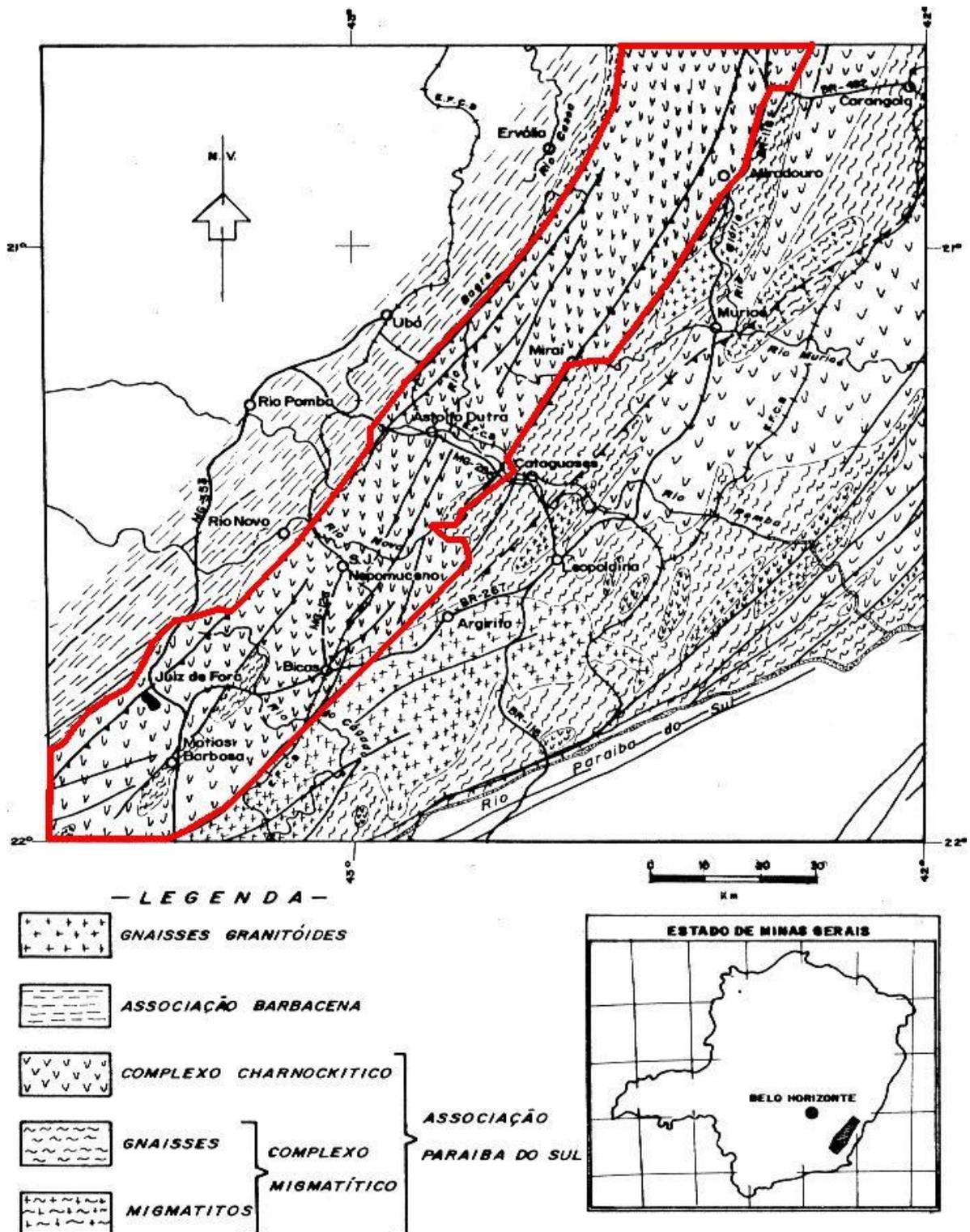


Figura 7. Mapa geológico regional da faixa de ocorrência de bauxita (KOTSCHOUBEY, 1988, p. 657. Adaptado).

Foram definidas, segundo Lopes; Branquinho (1988), duas associações na região: Barbacena e Paraíba do Sul, dando-se maior ênfase à última, uma vez que sobre suas rochas desenvolvem-se os trabalhos de pesquisa da bauxita.

A associação Barbacena ocupa áreas situadas ao Norte de uma linha que passa por Guiricema, Campestre, Rio Novo, Rio Preto, Passa Vinte e entre Passa Quatro e Cruzeiro. Constitui-se principalmente por micaxistos e quartzitos com granada, gnaisses, rochas carbonáticas, metabasitos e ultrabasitos, com migmatizações localizadas.

A associação Paraíba do Sul encontra a SE da associação Barbacena, limitada por falhamentos. As rochas gnáissicas dominam nessa associação compreendendo o curso médio e inferior do Rio Paraíba do Sul. A **direção** geral da foliação é NE, variando de N25E a N60E, com **mergulhos** fortes para SE, chegando às vezes a vertical. O mergulho em zonas mais conturbadas e cataclásticas pode chegar a mudar de quadrante (LOPES; BRANQUINHO, 1988).

A litologia da associação Paraíba do Sul é bastante variada, englobando biotita-microclina-gnaisses, biotita-plagioclasio-gnaisses, mármore, quartzitos, xistos, metabasitos, anfibolitos, calcissilicatadas, migmatitos e charnockitos. A partir da predominância de tipos litológicos, subdivide-se essa associação em dois complexos: migmatítico e charnockítico.

As rochas do complexo migmatítico, apesar de possuírem estruturas variadas, apresentam um caráter comum, que é a feição quartzo-feldspática adicionada aos caracteres de rocha originalmente metamórfica, sejam na forma de pegmatitos, de lentes ou leitões. Essa feição permite denominá-las de migmatitos.

O complexo charnockítico ocorre segundo faixas de contornos mais ou menos definidos com direções NE e NNE. As relações originais de contatos dessa unidade são difíceis de serem estabelecidas, devido aos intensos processos tectônicos que as afetaram, além da existência de um manto de intemperismo que possibilita a observação direta dessas relações. Por outro lado, os contatos freqüentemente coincidem com alinhamentos estruturais visíveis em fotografias aéreas, alinhamentos que, invariavelmente, correspondem às zonas de falhamento de alto ângulo.

Embora haja um conjunto bastante diversificado de tipos litológicos nesse Complexo, os principais são constituídos por: anfibolitos charnockíticos, biotita-gnaisses, granada-gnaisses e rochas altamente feldspáticas e granatíferas. Com relação à sua idade, poucas datações são disponíveis, mas a tendência mais aceita é fixá-la no intervalo de 1880 a 2000 Ma, ou seja, no Pré-Cambriano Médio (Proterozóico Inferior).

### 5.1.1. Geologia local e descrição dos depósitos

As áreas dos depósitos de bauxita em estudo são constituídas litologicamente por dois tipos de rochas: no ponto 1 (430 m de altitude) predomina o gnaiss granatífero e nos pontos 2 (890 m de altitude) e 3 (700 m de altitude) predominam a hornblenda-biotita-gnaiss, segundo o mapa geológico fornecido pela CBA. A localização dos pontos pode ser observada pelo Modelo Digital de Elevação da carta Astolfo Dutra (figura 9).

Em relação aos depósitos, a preservação da antiga estrutura das rochas nos blocos de bauxita comprova, de uma certa forma, a origem do minério por alteração “in situ”, além disso, a bauxita também é visível aflorando-se à superfície do terreno. A figura 8 mostra um perfil de bauxita sendo lavrado na CBA, em Descoberto (MG).



Figura 8. Perfil de bauxita em lavra na CBA (Arquivo da autora, 08/01/07).

# Modelo Digital de Elevação da Carta Astolfo Dutra

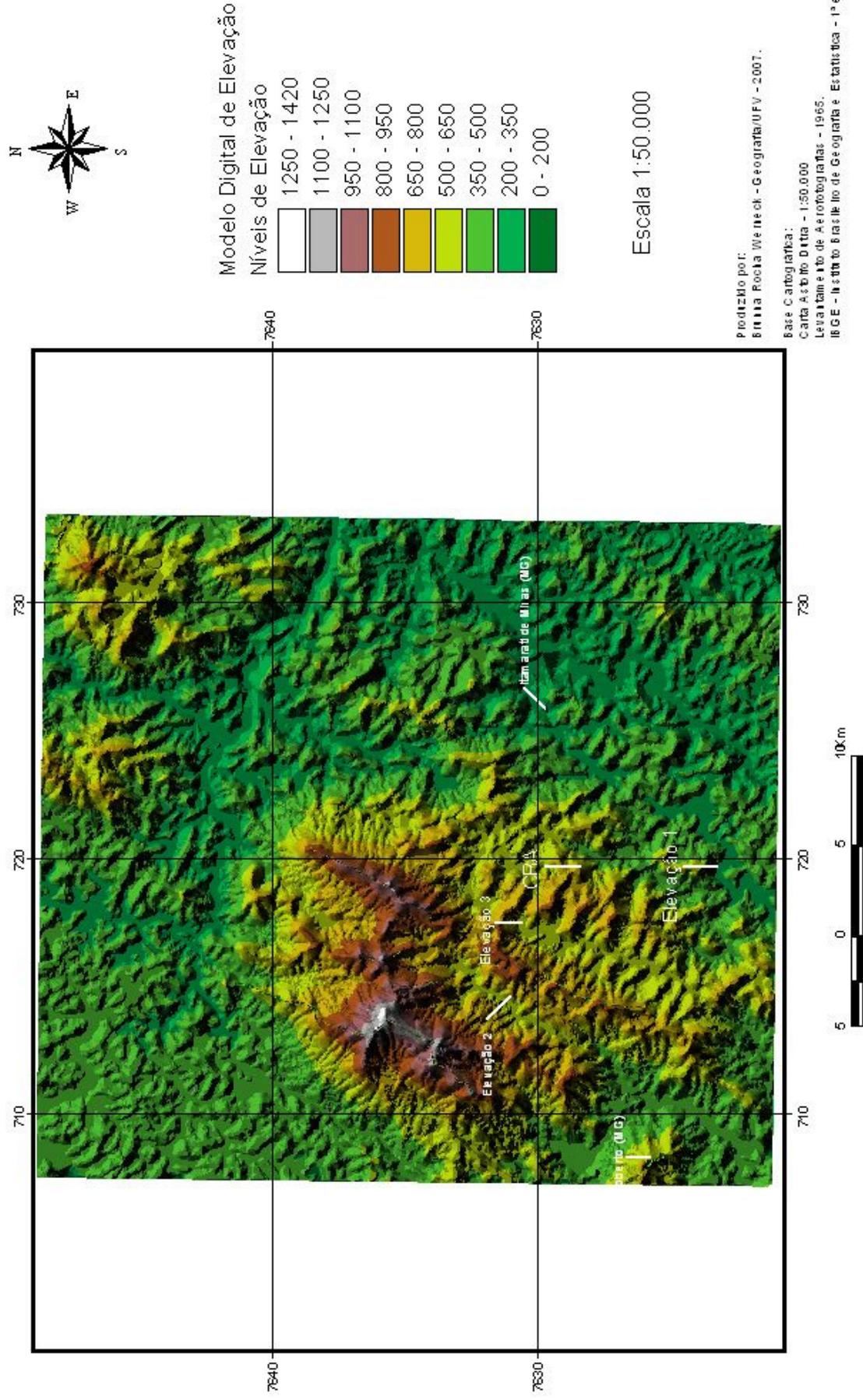


Figura 9. Modelo Digital de Elevação da Carta Astolfo Dutra (elaboração da autora, 2007).

Segundo Lopes; Branquinho (1988), a conformação superficial dos corpos de bauxita é nitidamente controlada pela morfologia do terreno, principalmente pelas drenagens. As drenagens principais separam os corpos e as secundárias ocasionam reentrâncias nos contornos, sendo que as dimensões dos corpos variam de cem metros a dois mil metros. A bauxita é constituída por blocos de tamanhos variáveis envoltos em argila, formando camadas de espessura irregular que geralmente mantém as estruturas primárias da rocha matriz, indicando uma formação “in situ”, cuja coloração varia de amarelo-ocre a roxo-avermelhado em função do teor de ferro.

Essa formação “in situ” faz com que os blocos apresentem um aspecto mais compacto e conseqüentemente mais denso que as bauxitas derivadas de rochas alcalinas. A espessura da camada mineralizada é muito irregular, variando de centímetros até 15 metros (LOPES; BRANQUINHO, 1988).

## 5.2. Processo de Apropriação Político-adminstrativo da Microrregião de Cataguases

Segundo a CFLCL – Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina (1996), o declínio da extração do ouro, na segunda metade do século XVIII, fez famílias inteiras que viviam da mineração, procurarem outros meios de subsistência. As terras de Ouro Preto, Mariana, Guarapiranga, Sabará e demais localidades da região aurífera, entretanto, não foram capazes de sustentar uma economia de base agropecuária. Como conseqüência, ocorreu um grande êxodo em direção “às férteis” terras localizadas às margens dos afluentes superiores do Rio Doce e além do Rio Piranga.

Já numa segunda fase, ainda no século XVIII, esse fluxo migratório ultrapassou as serras dos chamados Sertões do Leste, onde viviam as tribos indígenas *Coropós*, *Puris* e *Coroados*. Eram terras oficialmente conservadas como área proibida, em razão de formarem uma barreira natural contra o extravio de ouro. Dessa forma, a ligação entre as minas e o Rio de Janeiro se fazia por uma única rota, facilitando a repressão ao contrabando e à sonegação (CFLCL, 1996).

A ocupação crescente da região determinou a abertura de novos caminhos. Entre eles, dois principais, como informa o historiador Oilliam José *apud* CFLCL (1996, p. 19), em depoimento à Secretaria de Cultura de Cataguases:

O que ia de Ouro Preto para o Rio de Janeiro passava pelo Paraibuna, atual Juiz de Fora; e outro que ia para Campos (...). A estrada dos Campos dos Goitacazes funcionou durante muitos anos e prestou enorme serviço para o transporte do sal, da zona litorânea até as nascentes localizadas na Zona Proibida.

Já em 1828, o comandante das Divisões Militares do Rio Doce, Coronel Guido Thomaz Marlière, francês de origem, que viajava inspecionando as obras da estrada para Campos chegou a uma pequena localidade à margem esquerda do Rio Pomba: Porto dos Diamantes. Ali, segundo Oilliam José *apud* CFLCL (1996, p. 20), Marlière encontrou grupamentos militares estrategicamente distribuídos:

O Porto dos Diamantes era estratégico porque o Rio Pomba, além de mais volumoso do que é hoje, era navegável para canoas. Ele prestava serviço, era o caminho natural; por isso é que a Zona Leste Proibida faz divisa com o Estado do Rio, acompanhando o Rio Pomba.

Por determinação do governador da Província da Minas Gerais, o coronel Marlière recebeu terrenos confrontados com o Ribeirão Meia Pataca, para neles construir uma capela dedicada a Santa Rita de Cássia e traçar os limites territoriais da povoação, que posteriormente passaria a denominar-se Santa Rita do Meia Pataca.

A ocupação definitiva da Zona da Mata teve dois momentos: o primeiro, com a concessão de sesmarias, que deram origem às grandes propriedades rurais. O pesquisador Astolfo Dutra Nicácio, neto, *apud* CFLCL (1996, p. 20) também em entrevista à Secretaria de Cultura de Cataguases, explica:

Os grandes fazendeiros que viviam na antiga região de Queluz de Minas, hoje Conselheiro Lafaiete, São João Del Rey e outras, dentro do contexto econômico da mineração, usaram o resquício do poder, junto à Corte, para obter doações de sesmarias de terras nas regiões liberadas pela Coroa Portuguesa, por volta de 1815-1820. Assim se explicam às vindas dos Junqueira, dos Vieira de Resende, dos Dutra, para a região.

O segundo momento da ocupação deveu-se à resolução da Coroa, em 17 de julho de 1822, que suspendeu a concessão de sesmarias, permitindo que posseiros se estabelecessem por toda a Zona da Mata, iniciando-se a formação de pequenas propriedades agrícolas. A organização sócio-política da região era orientada pelo poder dos grandes latifúndios, como registra Paulo Mercadante *apud* CFLCL (1996, p. 20), em *Os Sertões do Leste* “*Os municípios formam-se graças à proteção de um fazendeiro, chefe político local e, muitas vezes, um futuro barão*”.

Cataguases não fugiu a essa regra. Em 1842, vindo de Queluz de Minas, o major Joaquim Vieira da Silva Pinto – comerciante de gado e fazendeiro – funda a Fazenda da Glória, próximo a Santa Rita do Meia Pataca. Através dos esforços do major e de seu filho, coronel José Vieira, amigo do Imperador, concretiza-se a idéia de emancipar o povoado, até então freguesia do município de Leopoldina. A Vila de Cataguases, sede do município de mesmo nome, é instalada no dia 7 de setembro de 1877 – tendo José Vieira como seu primeiro presidente da Câmara – e a 13 de setembro de 1881 é elevada à categoria de cidade, pela Lei 2.766 (CFLCL, 1996).

Já a história de Itamarati de Minas começa no final do século XIX, quando, por volta de 1880, um grupo de fazendeiros do Vale do Rio Novo - município de Cataguases - pede ao Governo do Estado a criação de um distrito com sede no Engenho Bom Sucesso. O pedido dos fazendeiros só é atendido 11 anos mais tarde, com a criação de Itamarati, em 1891. Apresenta-se um problema, então: não existia um povoado onde se pudesse instalar o novo distrito. A solução foi construir, num terreno vizinho ao Engenho Bom Sucesso, um núcleo populacional. Itamarati é separado de Cataguases e passa a município, em 1962, com o nome de Itamarati de Minas.

## **6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Na tentativa de compreender o processo de formação das Ilhas de Sintropia de Bauxita na Zona da Mata mineira e seu processo de exploração, além de buscar alcançar os objetivos propostos, o trabalho envolveu algumas etapas.

### *6.1. Trabalho de Campo*

A primeira etapa refere-se ao levantamento de dados mineralógicos (argila, silte e concreção) sobre os aspectos relacionados à gênese da bauxita em Itamarati de Minas (MG). Para isso, foram coletadas amostras de solo nas profundidades (0-20 e 40-60 cm) em três pontos ao longo de três encostas (terços inferior, médio e superior) no município de Itamarati de Minas (MG), na área de concessão de lavra da CBA, totalizando 18 amostras, classificadas em elevação 1 (430m de altitude), 2 (890m de altitude) e 3 (700m de altitude), contendo 6 amostras cada. Na seleção das elevações levou-se em consideração a posição altimétrica e a certificação de serem depósitos positivos de bauxita. As coletas das amostras de solo foram realizadas nos dias 08 e 09 de janeiro de 2007, durante o período chuvoso, com o auxílio de

um trado holandês. A figura 10 mostra a coleta de uma amostra de solo utilizando o trado holandês em Itamarati de Minas.



Figura 10. Momento da coleta de uma amostra de solo em Itamarati de Minas (Arquivo da autora, 09/01/07).

## 6.2. *Material e Métodos*

Na segunda etapa foi feita a análise da caracterização mineralógica do solo da área de estudo por difração de raios X (DRX). Esta análise foi realizada no Laboratório de Mineralogia do Departamento de Solos da UFV. As amostras foram submetidas à separação das frações texturais argila, silte e areia, que foram dispostas em lâminas para a DRX. As argilas foram avaliadas em lâminas orientadas (dispostas em uma única direção) e, os materiais de silte e a concreção em lâminas escavadas (montagem em pó), de acordo com a metodologia descrita por Fontes (2007). A difração foi efetuada em um equipamento RIGAKU, de 4 a  $50^\circ 2\Theta$  a uma velocidade de  $0,02^\circ 2$  a cada 1 segundo.

### 6.2.1. *Material utilizado*

- . Soluções de NaOH 1 mol / L
- . NaCl 1 mol / L

- . Metanol 60%
- . Solução de pH 10 ( 2 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> / 18 litros de Água ).

### *6.2.2. Equipamentos*

- . Garrafas PET, algumas das quais marcadas na altura de 10 e 15 cm )
- . Balde de 10 litros
- . Beacker de 100 ml
- . Peneira de 50 mμ ( 0,053 mm)
- . Agitador horizontal
- . Centrífuga
- . Tubos de centrífuga
- . Balança de precisão
- . Sifão

### *6.3. Procedimento*

#### *6.3.1. Separação da Fração Areia*

- . Dispersar as amostras contidas nos vidros correspondentes a cada amostra do solo estudado utilizando aproximadamente 20 ml/vidro de solução de pH 10.
- . Agitar horizontalmente a mistura (solo+água) na rotação de maior velocidade por 30 minutos.
- . Deixar a suspensão em repouso por cerca de 4 segundos para cada cm de suspensão, o que permite a sedimentação da fração areia.
- . Passar a suspensão através de uma peneira de 50 mμ, entornando lentamente a suspensão para não entupir as malhas da peneira.
- . Recolher a suspensão em um beacker de 600 ml para separar silte e argila.
- . Adicionar cerca de 100 ml de solução de pH 10 ao sedimentado e repetir o passo anterior.
- . Transferir o sedimentado (areia) para a peneira e lavar com água até que esteja livre de silte e argila.
- . Transferir a areia para recipiente para secar em estufa a 40 – 45 °C e depois colocar o material já seco em recipiente próprio para guardar.

### 6.3.2. Separação da Fração Silte

. Transferir a suspensão obtida anteriormente/vidro para as garrafas PET (marcadas nas profundidades de 10 e 15 cm) e completar o volume até uma altura que permita obter uma profundidade mínima de 10 cm, para tal utilizar solução de pH 10. Misturar muito bem e anotar o tempo.

. Deixar em repouso pelo tempo correspondente a 42 minutos para cada centímetro de suspensão (a 25 °C temperatura ambiente).

. Decorridas 7 horas, sifonar a suspensão sobrenadante (até a marca de 10 cm) para um balde plástico devidamente identificado tendo o cuidado de não transferir nenhum sedimento na suspensão.

. Completar novamente o volume da dispersão com água de pH 10, misturar bem e novamente deixar em repouso para coletar novamente a suspensão, após novamente 7 horas (sifonar até a marca 10 cm) ou 10 horas e 30 minutos (sifonar o sobrenadante até a marca de 15 cm).

. Repetir o procedimento anterior até que o sobrenadante coletado esteja límpido, isto é, isento de partículas em suspensão.

. À medida que a quantidade de sobrenadante vai sendo retirado da amostra original e transferida para o balde, deve-se descartar parte do mesmo que não contenha partículas em suspensão, para que essa nova quantidade de sobrenadante possa ser adicionado ao sobrenadante retirado na observação anterior.

. No caso de, após duas coletas, não houver sedimentado as partículas no líquido sobrenadante retirado de cada balde contendo a suspensão original, adicionar HCl 1 mol/L até que tenha início o processo de floculação, assim facilita a eliminação do sobrenadante límpido permitindo nova sifonação de sobrenadante da amostra original para o referido balde. Checar o pH para que o mesmo não atinja valores inferiores a 4,0.

. Ao final do processo, transferir o sedimentado (silte total) para a estufa e secar a 45 - 50°C e colocar em um recipiente para guardar.

### 6.3.3. Separação da Fração Argila

. Pegar a suspensão transferida para o balde (contém a fração argila) e floculá-la através da adição de HCl 1 mol / L, não deixando o pH cair abaixo de 4,0.

- . Alternativamente, pode-se floccular a suspensão de argila utilizando-se  $MgCl_2$  0,5 mol/L, adicionando-se a referida solução lentamente e agitando a mistura continuamente.
- . Após a flocculação sifonar e jogar fora o líquido sobrenadante.
- . Adicionar água destilada completando o volume do balde, agitar a argila e deixar floccular novamente, se o pH subir um pouco colocar nova quantidade de HCl para obter a flocculação novamente. Em seguida descartar o sobrenadante isento de partículas em suspensão.
- . Fazer duas ou três lavagens.
- . Secar o material em estufa a 40 - 45°C
- . Recolher o silte e argila da estufa (já secos completamente), destorroar, passar tais materiais no almofariz e armazenar para futuras análises.

Com as amostras de solo devidamente separadas pela granulometria foram preparadas as lâminas com o material orientado para ser então submetidos à difração de raios-X

#### 6.4. Material Cartográfico

A terceira etapa incluiu o estudo da evolução da geomorfologia para o entendimento da área, obtidos por mapas geológicos (um fornecido pela CBA e outro retirado de um artigo do DNPM) e carta topográfica (IBGE). Para isso foi criado um modelo digital de elevação (MDE) da Folha Astolfo Dutra, elaborado em ambiente de sistema de informação geográfica – *ArcView 3.2*, além do uso do *autoCAD 2000/2007* para a localização mais precisa dos depósitos de bauxita. A partir das curvas hipsométricas em formato *.dgn*, o arquivo foi vetorizado e devidamente cotado no *ArcView 3.2* para então ser criado o *TIN (Triangular Irregular Network)* em coordenadas *UTM (Universal Transversa de Mercator)*. A vetorização no ambiente do *MacroStation* implicou em perdas significativas de algumas curvas hipsométricas, sendo então descartado o arquivo para evitar o ocultamento de informações topográficas. Foram inseridas também no MDE as coordenadas geográficas referentes aos pontos de coleta das amostras de solo, capturadas com *GPS Garmim Etrex WGS 84* em coordenadas *UTM*.

Para o mapa de escoamento da bauxita pela CBA (ilustrativo) foram utilizadas duas bases de dados: base cartográfica do IBGE, escala 1:50.000, digitalizada e disponível no software *ArcView 3.2*, contendo os limites municipais da região sudeste brasileira e o mapa da Malha Ferroviária Sudeste e Centro-Oeste, escala 1:50.000, da Companhia Vale do Rio Doce,

edição 1999, de onde foi traçada a rota ferroviária do escoamento da bauxita pela CBA. Essa rota foi digitalizada e sobreposta à base cartográfica, no *ArcView 3.2*, eliminando-se os limites municipais para uma melhor visualização.

### 6.5. *Categorias de Análise do Método Geográfico*

Na quarta etapa, foi estudada a (re) configuração do espaço geográfico de Itamarati de Minas em função da exploração do minério, através de dados estatísticos do município e da microrregião de Cataguases (MG), como dados econômicos e sociais, de instituições como: Secretaria de Estado da Fazenda, IBGE, etc., com o intuito de traçar o perfil sócio-espacial do município em função de uma economia extrativista de um grupo de grande porte, analisando os valores de arrecadação em impostos, programas de incentivo fiscal, crescimento da economia local, entre outros.

De acordo com Milton Santos (1985) *apud* Corrêa (1990), para se compreender a organização espacial e sua evolução, ou seja, a evolução da totalidade social espacializada, torna-se necessário que se interprete a relação dialética entre estrutura, processo, função e forma. Estas são as categorias analíticas do método geográfico que permitem a compreensão da totalidade social em sua espacialização.

A *forma* é o aspecto visível, exterior, de um objeto, referindo-se ainda ao arranjo dele, que passam a constituir um padrão espacial. Uma casa, um bairro, uma cidade e uma rede urbana são formas, formas espaciais de diferentes escalas.

A *função* implica uma tarefa, atividade ou papel a ser desempenhado pelo objeto criado. Assim, este tem um aspecto exterior – a forma – e desempenha uma atividade – a função. Habitar, viver o cotidiano, consumir em outras cidades são algumas das funções associadas à casa, à cidade.

A relação entre forma e função é, segundo Santos (1985) *apud* Corrêa (1990), em princípio direta: uma determinada forma é criada para desempenhar uma ou várias funções. E não existe função sem a sua forma correspondente. De certo modo, apenas a consideração da forma e da função não é suficiente para compreender as características sociais e econômicas e suas transformações.

Já o termo *estrutura*, relativo ao modo como os objetos estão organizados, refere-se não a um padrão espacial, mas à maneira como estão inter-relacionados entre si. Estrutura é a natureza social e econômica de uma sociedade em um dado momento do tempo.

O *processo* é definido como uma ação que se realiza continuamente, visando um resultado qualquer, implicando tempo e mudança. Os processos acontecem dentro de uma dada estrutura social e econômica e resultam das contradições internas da mesma. Com isto, o processo é uma estrutura em seu movimento de transformação.

Se for apenas consideradas as categorias de estrutura e processo, a análise seria a-espacial, não-geográfica, absolutamente incapaz de captar casos distintos e realizarem funções diferentes. Formas semelhantes oriundas de processos diferentes podem ser criadas em duas estruturas sociais e econômicas distintas, visando, por exemplo, escamotear a realidade.

A partir da compreensão das relações entre estrutura, processo, função e forma, as categorias analíticas que dão conta da totalidade social em sua espacialização, podem-se, sem receio de cair no empirismo, iniciar o estudo da organização espacial de uma sociedade em um dado momento de sua história pelas suas formas (CORRÊA, 1990).

## **7. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A topografia brasileira pode ser tida, segundo Melfi (1997), o resultado de uma evolução iniciada no Cretácio Superior com o soergimento do continente Sul-Americano. O longo período de erosão foi estabilizado, nivelando a paisagem brasileira a um enorme pediplano nomeado superfície Sul-Americana ou Ciclo Sul-Americano por King (1956) *apud* Melfi (1997). No Terciário Inferior, durante a fase de agradiação dessa superfície, o intemperismo levou à formação de uma importante cobertura de alteração.

Um novo soergimento do continente, no Terciário Superior, intensificou o desenvolvimento de um novo ciclo de erosão chamado “Ciclo das Velhas”. A Superfície Sul-Americana foi desmontada, mas alguns remanescentes preservados podem ter se estabelecido no interior de regiões, formando parte essencial no Platô Central Brasileiro, com altitudes em torno de 1000m. Testemunhos dessa superfície são encontrados no interior do Nordeste e na região Amazônica, mas com altitudes inferiores (200 a 500m).

A Superfície Sul-Americana foi então submetida ao intemperismo, este afetando também a Superfície das Velhas, levando a uma nova cobertura de alteração do tipo laterítica. Desse modo, a Superfície Sul-Americana (eoceno) constitui um compartimento geográfico reliquiar no interior do Brasil (MELFI, 1997).

Kotschoubey (1988) afirma que o Eoceno Médio foi apontado por Roeser *et al* (1984) como o período de formação das bauxitas da região de Cataguases e que, no entanto, sabe-se

pouco sobre a idade das bauxitas do sudeste brasileiro, principalmente pela ausência de sedimentos, e que mais informações podem ser obtidas através da geomorfologia.

No Sudeste, de um modo geral, parece nítida, para Kotschoubey (1988), a relação entre ocorrências bauxíticas e níveis aplainados, mesmo que na escala regional as bauxitas se situem atualmente em altitudes que variam desde 2300m no Maciço de Itatiaia até cerca de 400m no Maciço de Medanha (SIGOLO; GROKE, 1984 *apud* KOTSCHOUBEY, 1988).

A superfície predominante na região de Cataguases seria, segundo Braun (1971) *apud* Kotschoubey (1988), a Superfície Sul-Americana do Terciário Inferior, pois dificilmente ter-se-iam conservado por tanto tempo nessa zona tectonizada, resquícios das Superfícies Gondwana, do Cretácio Inferior, e Pós-Gondwana, do Cretácio Superior. Além disso, foi no Mioceno e, sobretudo no Plioceno e Pleistoceno que o soerguimento epirogênico teve maior intensidade, resultando na individualização das Serras do Mar e Mantiqueira (PETRI; FÚLFARO, 1983 *apud* KOTSCHOUBEY, 1988).

Kotschoubey (1988) também coloca ser difícil considerar a formação das bauxitas no Terciário Superior/Pleistoceno devido à necessidade de estabilidade tectônica além de clima adequado. Já no Neo-Cenozóico, os movimentos tectônicos teriam perturbado as feições geomorfológicas pré-existentes, causando deslocamentos verticais, inclusive dos próprios depósitos de bauxita.

No entanto, Beissner *et al* (1997) coloca sobre a região de Cataguases que a formação bauxítica foi correlacionada com a evolução da paisagem e particularmente com o seu desenvolvimento em diferentes aplainamentos. Valetton *et al* (1991) *apud* Beissner *et al* (1997) sugeriu para essa área quatro diferentes níveis de elevação: acima de 1000m, 800-1000m, 500-800m e 300-500m. Essas elevações acima de 1000m representariam remanescentes de erosão de denominação Pós-Gondwana, diferentemente do exposto acima por Kotschoubey (1988).

Já entre 500 e 1000m, o remanescente de paisagem de colinas ou morros da Superfície Sul-Americana formam planícies de cumes orientados de bauxita “in situ”.

De acordo com Valetton *et al* (1991) *apud* Beissner *et al* (1997), a evolução morfológica da área pode ser dividida em 3 ciclos, juntamente relacionado com o processo de bauxitização: pré-bauxítico, sem-bauxítico e pós-bauxítico.

A história do pré-bauxítico é caracterizada pela evolução da contínua e extensa **superfície de aplainamento** Sul-Americana, esta rebaixada profundamente pelo intemperismo, originou a topografia de “meia-laranja”, com diferenças altimétricas de 100 a 300m. Essa topografia seria a superfície durante o tempo da formação de bauxitas “in situ” e a

posição do fator tempo através do perfil de morros expõe a baixa elevação, corroborando a hipótese.

Já a pós-bauxita, para o mesmo autor, tem sua morfogênese caracterizada pela dissecação da superfície existente, devido ao soerguimento tectônico da Superfície Sul-Americana, seguida pela atividade tectônica que soergueu a superfície ao nível de 500-1000m. A bauxita foi preservada e fossilizada somente na topografia de “meia-laranja” no topo da Superfície Sul-Americana e nas superfícies inferiores resultou o desenvolvimento de materiais como a caulinita e hematita (BEISSNER *et al*, 1997). A figura 11 ilustra uma topossequência, mostrando um leque coluvional entre 700 e 900 metros de altitude na região de Cataguases (MG), descrito por Beissner *et al* (1997).

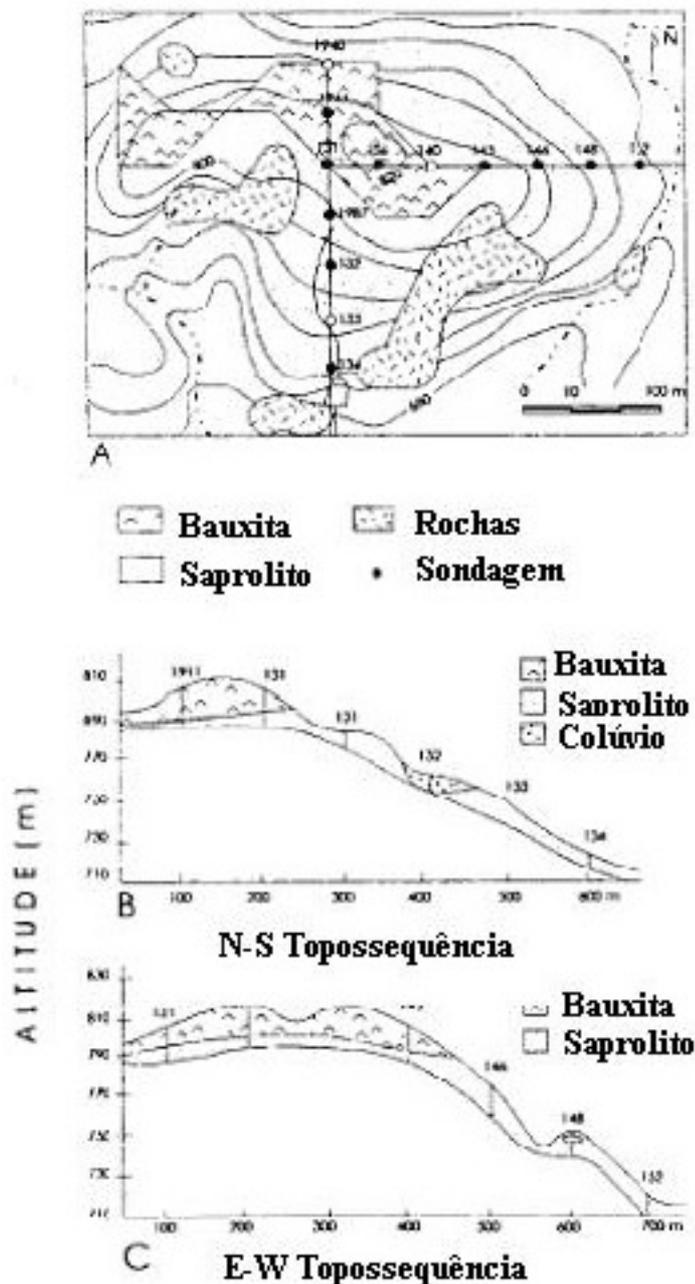


Figura 11. Perfis de topossequência N-S e E -W (BEISSNER *et al*, 1997, p. 199. Adaptado.).

Em relação à evolução geomorfológica da Zona da Mata Mineira, o modelo de evolução proposto por Corrêa (1984) sobre o Planalto de Viçosa na Zona da Mata Mineira, sob o mesmo domínio morfoclimático (Mar de Morros) de Itamarati de Minas, foi calcado nas idéias de Huntington-Bigarella, que pressupõe a formação de uma superfície de aplainamento (pediplano) sob clima seco, havendo, com a alteração climática para condições úmidas, um processo muito intenso de intemperização, principalmente antes que dissecamento mais profundo, a partir da costa, atingisse essa região, provocando a formação de “canyons”.

Estes foram ampliados por efeito de condições mais secas, que induziram um processo de **colmatagem** dos **vales** que continuou até a deposição flúvio-lacustre de material mais fino das elevações, formando os atuais terraços. Houve, então, o entalhamento do que viriam a ser os futuros terraços, seguido de uma pequena colmatagem, até, finalmente, o atual processo de dissecamento.

Romano; Castañeda (2006) levantaram a hipótese de que a gênese da bauxita da Zona da Mata Mineira foi condicionada à existência de um extenso pediplano, que marcava o nível de base regional e era bem irrigado por um sistema de drenagem volumoso. Porém, teria sido a atuação de uma tectônica pós-mesozóica, regionalmente de caráter distensivo (dobras), que se desenvolveu na costa brasileira a partir da abertura do Atlântico, com geração de estruturas tipo **horst** e **hemigrabens** alinhados e paralelos à atual costa continental, que mais teria contribuído para a gênese desses depósitos.

Também é exposto por Romano; Castañeda (2006, p. 2), que a mais importante estrutura, no plano regional, é uma extensa faixa de direção NE-SO denominado Horst da Serra da Boa Vista. A formação da bauxita teria sido possível durante a ascensão dessa estrutura, com manutenção do regime hídrico superficial e conseqüente aprofundamento do nível de alteração intempérica. A sua ascensão máxima implicou no rejuvenescimento do relevo, exumação e erosão dos níveis bauxíticos formados, e constituição de uma grande quantidade de leques coluviais e aluviões associados, ambos ricos em argilas aluminosas. A existência de níveis bauxíticos com a base entre 700 e 900 metros seria explicada pelo deslocamento e basculamento de blocos de dimensões menores no interior da grande estrutura. Tal acomodação de blocos condiciona o padrão de drenagem atual, retangular, e materializaria a última movimentação crustal regional, cuja idade seria seguramente quaternária.

### 7.1. O Domínio Morfoclimático dos “Mares de Morros”

Para Aziz Ab´Sáber (2003, p. 11/12), o domínio morfoclimático e fitogeográfico seria “um conjunto espacial de certa ordem de grandeza territorial – de centenas de milhares a milhões de quilômetros quadrados de área – onde haja um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas”. No entanto, tais domínios possuem uma área *core* ou *nuclear*, que seria uma espécie de área principal, de certa dimensão e arranjo, onde as condições fisiográficas e biogeográficas formam um complexo homogêneo e extensivo.

A área *core* do domínio morfoclimático tropical-atlântico, cujo protótipo é encontrado nos “mares de morros” florestados do Brasil de Sudeste, apresenta a seguinte combinação de fatos fisiográficos.

Segundo Ab´Sáber (2003): decomposição funda e universal das rochas cristalinas e cristalofilianas, de 3 a 5 até 40 a 60 m de profundidade; presença de solos de tipo latossolo ou *red yellow podzolic* (lê-se hoje como *argissolos*); superposição de solos devido às flutuações climáticas finais do Quaternário em sertões sincopados; grau mais aperfeiçoado do processo de mamelonização universal das vertentes, desde o nível dos morros altos até os níveis dos morros intermediários e patamares de relevo e processos de convexização em níveis intermontanos, fato que faz suspeitar uma alternância entre a pedimentação e a mamelonização nesses compartimentos; drenagem originalmente perene até para o menor dos ramos das redes hidrográficas dendríticas regionais; lençol d’água subterrâneo que alimenta permanentemente, durante e entre as chuvas, a correnteza dos leitos dos cursos d’água; cobertura florestal contínua na paisagem primária desde o fundo dos vales até as mais altas vertentes e interflúvios, desde poucos metros acima do nível do mar até os espigões divisores situados entre 1000 e 1100 m; lençol d’água superficial do tipo difuso, anastomosado, correndo pelo chão da floresta durante as chuvas e redistribuindo detritos finos e restos vegetais (**litter**), com formação de horizontes A<sup>00</sup>, A<sup>0</sup> e A; pouquíssima incidência de raios solares diretamente no chão da floresta; forte cota de umidade do ar, equilíbrio sutil entre processos morfoclimáticos, pedológicos, hidrológicos e ecossistêmicos.

Os “Mares de Morros”, para Ab´Sáber (2003), possuem ainda uma paisagem de forte expressão areolar, refletindo a ação dos processos morfoclimáticos tropicais úmidos em uma faixa hipsométrica cuja amplitude é superior a mil metros (pois, a partir de dois a três metros acima do nível do mar, pode atingir até 1000 a 1100 m ou um pouco mais).

Já a área *core* do domínio dos “Mares de Morros” é encontrada, sobretudo, nas regiões serranas granito-gnáissicas florestadas do Brasil de Sudeste, com tipicidade máxima nas zonas mamelonizadas extensivas da bacia do Paraíba do Sul. Em 1939, referindo-se a certas particularidades do modelado do relevo do Brasil Tropical Atlântico, escreveu Pierre Deffontaines *apud* Ab’Sáber (2003): “os granitos fornecem também cumes arredondados mas freqüentemente menos bruscos; não se chamam mais ‘pães de açúcar’ e sim ‘meias laranjas’ ou ‘cascos de tartaruga’ ”. A Figura 12 exhibe as feições dos mares de morros.



Figura 12 – Feição dos Mares de Morros em Itamarati de Minas  
(Arquivo da autora, 08/01/06).

## 7.2. Considerações Mineralógicas

Os hidróxidos de alumínio com estrutura cristalina identificada nos materiais bauxíticos são diferentes entre si, principalmente pela estrutura e pelos conteúdos variáveis de água de constituição. Sendo assim, a composição mineral das bauxitas é determinada pela presença de alumínio trihidratado (gibbsita ou hidroargilita) e monohidratado (boehmita e diásporo), associados com caulinita, halloysita, montmorillonita, beidellita, hidróxidos de ferro e manganês, além de outros minerais menos freqüentes como a calcita, siderita,

dolomita, quartzo, opala, rutilo, apatita, vivianita, barita, entre outros (BIGARELLA *et al*, 1996).

Através de análises químicas, as bauxitas podem revelar o conteúdo de cinco a seis vezes mais alumina do que a rocha original, segundo Bigarella *et al* (1996). A alumina contida nas bauxitas de alto grau excede 50%, sendo a razão  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  entre 12:1 e 10:1. O teor de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) aumenta cerca de duas vezes e o de água cerca de vinte vezes, enquanto que aquele de alcalino-terrosos diminui. A modificação da composição química de um xisto cristalino ao se transformar em bauxita encontra-se quantificada na tabela 7 (BIGARELLA *et al*, 1996).

**Tabela 7 – Modificação da composição química de um xisto cristalino no processo de transformação em bauxita (baseado em KRISHNAN, 1942, *apud* SMIRNOV, 1976) *apud* BIGARELLA *et al* (1996).**

	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{H}_2\text{O}$
Xisto Cristalino	60,08	0,65	12,38	3,28	4,20	9,43	1,95	1,80
Xisto semi-decomposto	16,23	0,93	26,82	41,09	-	-	-	14,20
Bauxita	0,93	1,04	67,88	4,09	-	0,36	-	26,47

Ainda segundo Bigarella *et al* (1996), na transformação da rocha inicial em bauxita, podem ser distinguidos três estágios:

1. Decomposição dos silicatos primários formadores da rocha. Remoção dos elementos alcalino-terrosos e de alguns alcalinos, bem como da sílica, com acumulação de minerais argilosos;
2. Dessilicificação e concentrações posteriores do alumínio na forma de gibbsita, boehmita e diásporo;
3. Incremento da complexidade da composição inicial das bauxitas pela deposição de carbonatos, sulfetos e outros compostos minerais, às vezes pela reagilização parcial devido à ação de compostos introduzidos pelas águas de infiltração.

Segundo Kotschoubey (1988), a composição mineralógica é variável em função da idade da bauxita. Nos depósitos mais recentes o minério é essencialmente gibbsítico, sendo a boemita eventual, muito subordinada e localizada em áreas restritas, sobretudo em zonas colúviais e nas áreas marginais dos platôs. Nos depósitos lateríticos antigos, a boemita torna-

se mais abundante, chegando a ser, em certos depósitos, o único hidróxido de alumínio. Os argilominerais comuns são a caulinita mais ou menos hidratada e a haloisita. Os minerais de ferro são a goetita e hematita, como também a maghemita e a magnetita reliquiar. O titânio ocorre essencialmente sob a forma de anatásio, sendo o rutilo e a titanomagnetita bem menos frequentes.

Em relação à região de Cataguases, Beissner *et al* (1997) coloca que, o perfil de intemperismo contém minerais remanescentes (quartzo, zircônio, rutilo, minerais opacos, etc.) e minerais neoformados. A formação de minerais neogenéticos nos saprolitos e bauxitas dependem de minerais primários e da intensidade da drenagem. Os minerais neogenéticos são: caulinita, gibbsita, goetita (com variação do conteúdo de Al), hematita e traços de anatásio e minerais de manganês.

Na análise dos difratogramas de argila, silte e da concreção de bauxita, a *gibbsita* é o mineral mais abundante na composição dos materiais, principalmente da concreção. Este fato corrobora o que foi antes explicitado sobre a idade das bauxitas. Seriam, segundo a idéia desenvolvida por Kotschoubey (1988) depósitos recentes, por serem essencialmente *gibbsíticos*. Essa concreção analisada foi coletada no topo da elevação 2, na profundidade de 40-60 cm, com tamanho variável de 2 a 3 cm, essencialmente dura e não foram encontrados traços de boemita ou diasporo, que são minerais geralmente associados a depósitos antigos.

Na elevação 1, situada na altitude mais baixa (430m ), a caulinita foi mais significativa que a gibbsita na fração argila, sendo que a goethita também se encontrava presente. Já na fração silte, a caulinita é bem pouco expressiva e os picos de gibbsita são bem superiores aos de goethita. Na elevação 2, a caulinita é expressiva apenas em uma amostra de argila, situada no terço inferior da elevação, a gibbsita é mais significativa apenas nas profundidades de 40-60 cm, dos terços inferior, médio e superior dessa elevação, o que a tornaria mais expressiva em profundidade e nesta goethita também é perceptível. A análise da fração silte mostra pouca intensidade de caulinita, com picos inexpressíveis e uma maior expressão de gibbsita em todas as amostras dessa fração e picos consideráveis de goethita foram identificados.

Na elevação 3, na fração argila, as presenças de gibbsita, caulinita e goethita são constantes em todas as amostras. Já na fração silte, a gibbsita representa picos bem elevados de intensidade em relação à caulinita e à goethita. Isso demonstra que nos depósitos estudados predomina a gibbsita como mineral mais representativo.

A concreção de bauxita também possui uma alta intensidade de gibbsita e, possivelmente, a fração silte das três elevações parece ter mais se assemelhado ao resultado

encontrado na concreção em termos de gibbsita, uma vez que a própria concreção, ao se intemperizar, fragmenta-se em frações superiores maiores, cuja intensidade encontrada de gibbsita nas frações de silte foram bem mais significativas do que na fração argila do solo coletado. Os gráficos seguintes mostram a difração dos minerais encontrados nas 18 amostras de solo das elevações 1, 2 e 3, nas frações argila, silte e da concreção de bauxita.

**Gráfico 1. Mineralogia da Fração Argila da Elevação nº 1.**

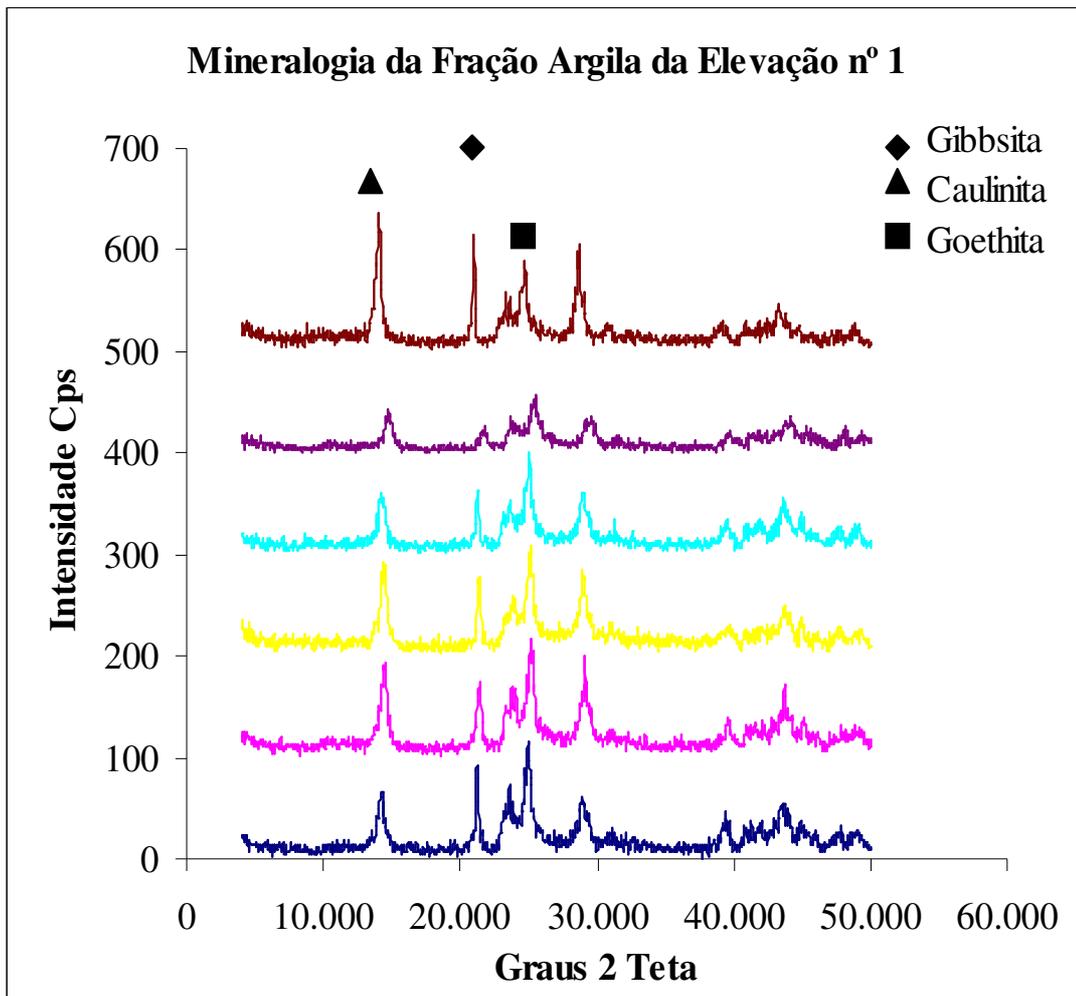
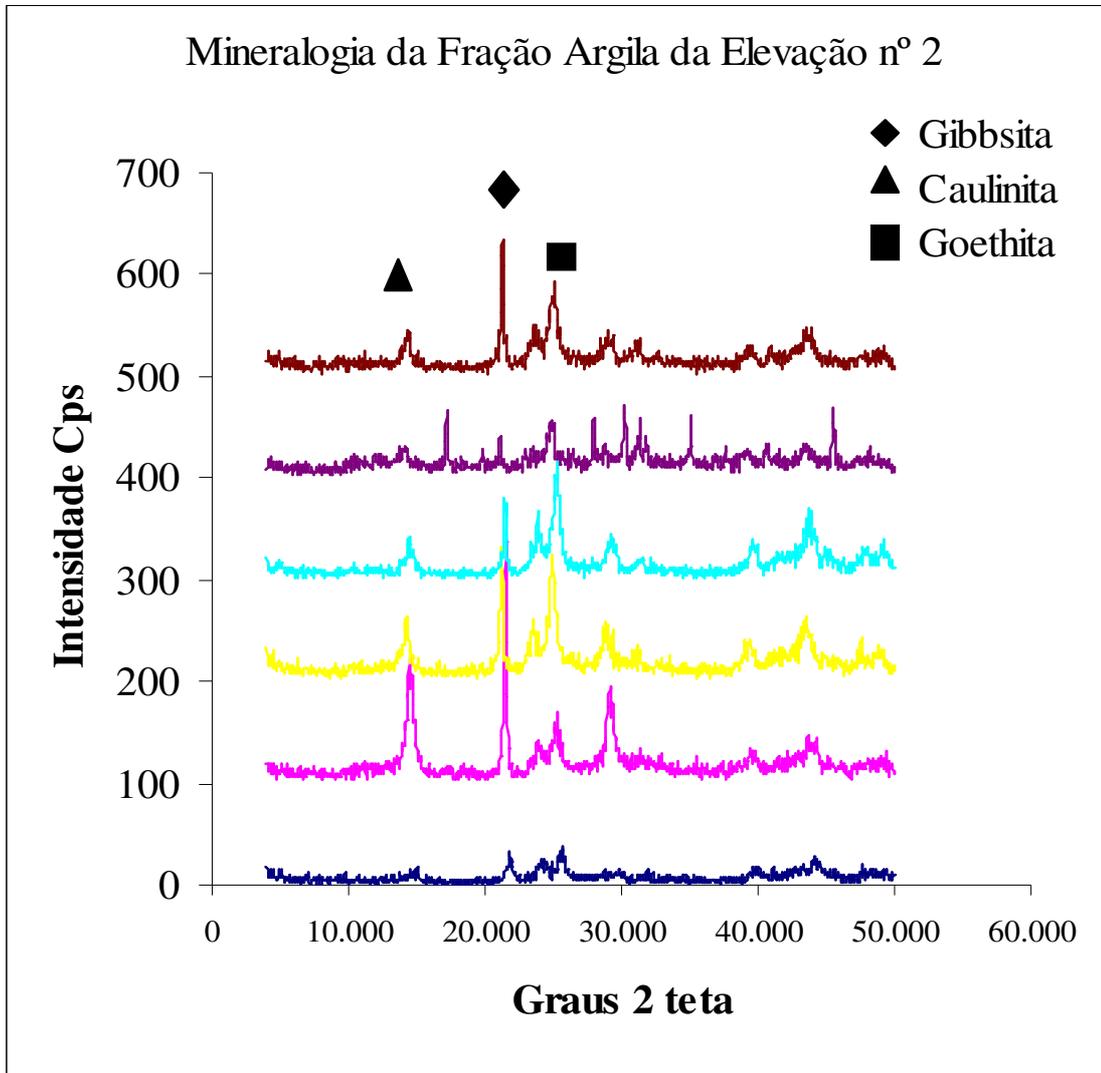


Gráfico 2. Mineralogia da Fração Argila da Elevação nº 2.



**Gráfico 3. Mineralogia da Fração Argila da Elevação nº 3.**

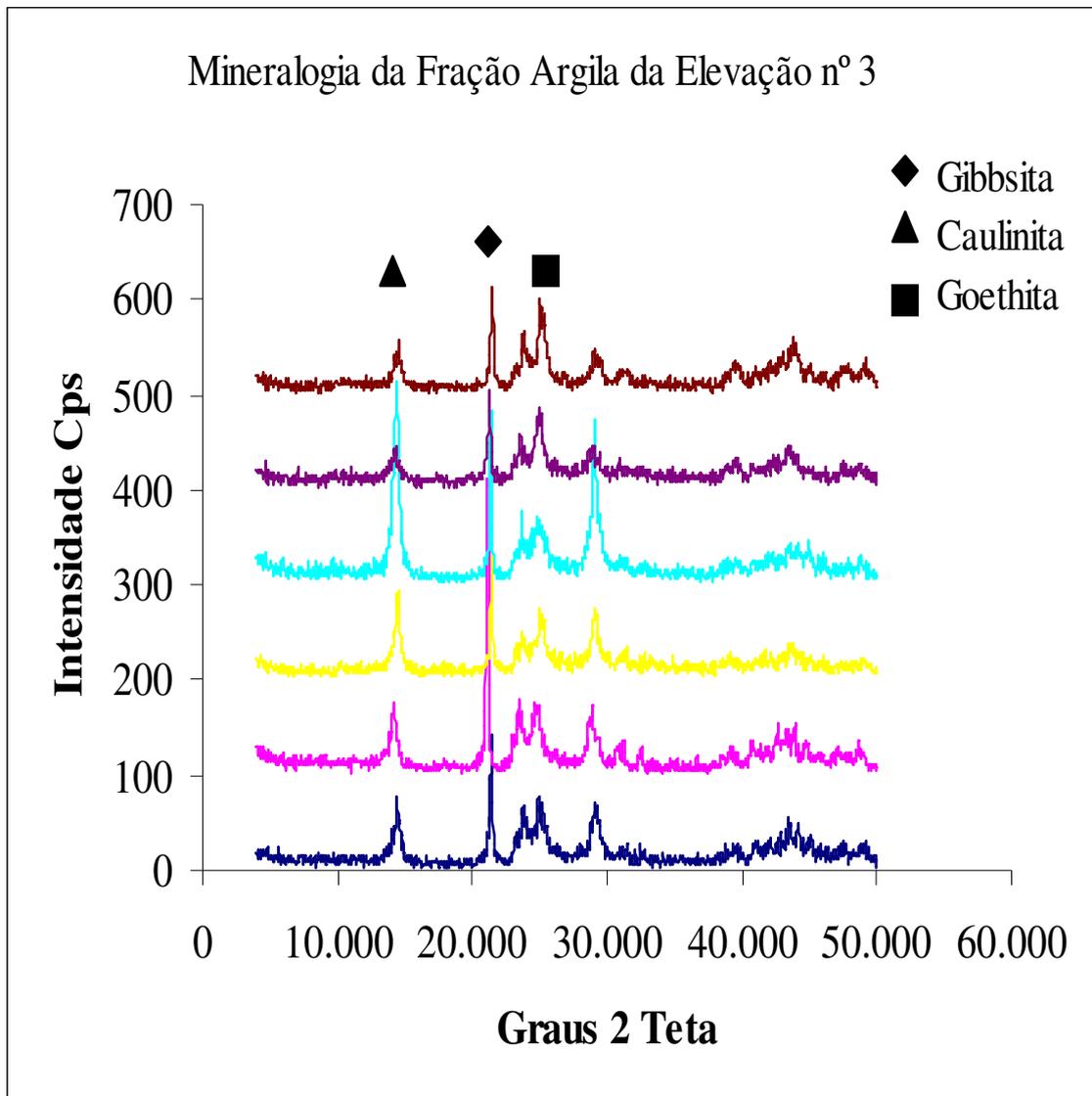


Gráfico 4. Mineralogia da Fração Silte da Elevação nº 1.

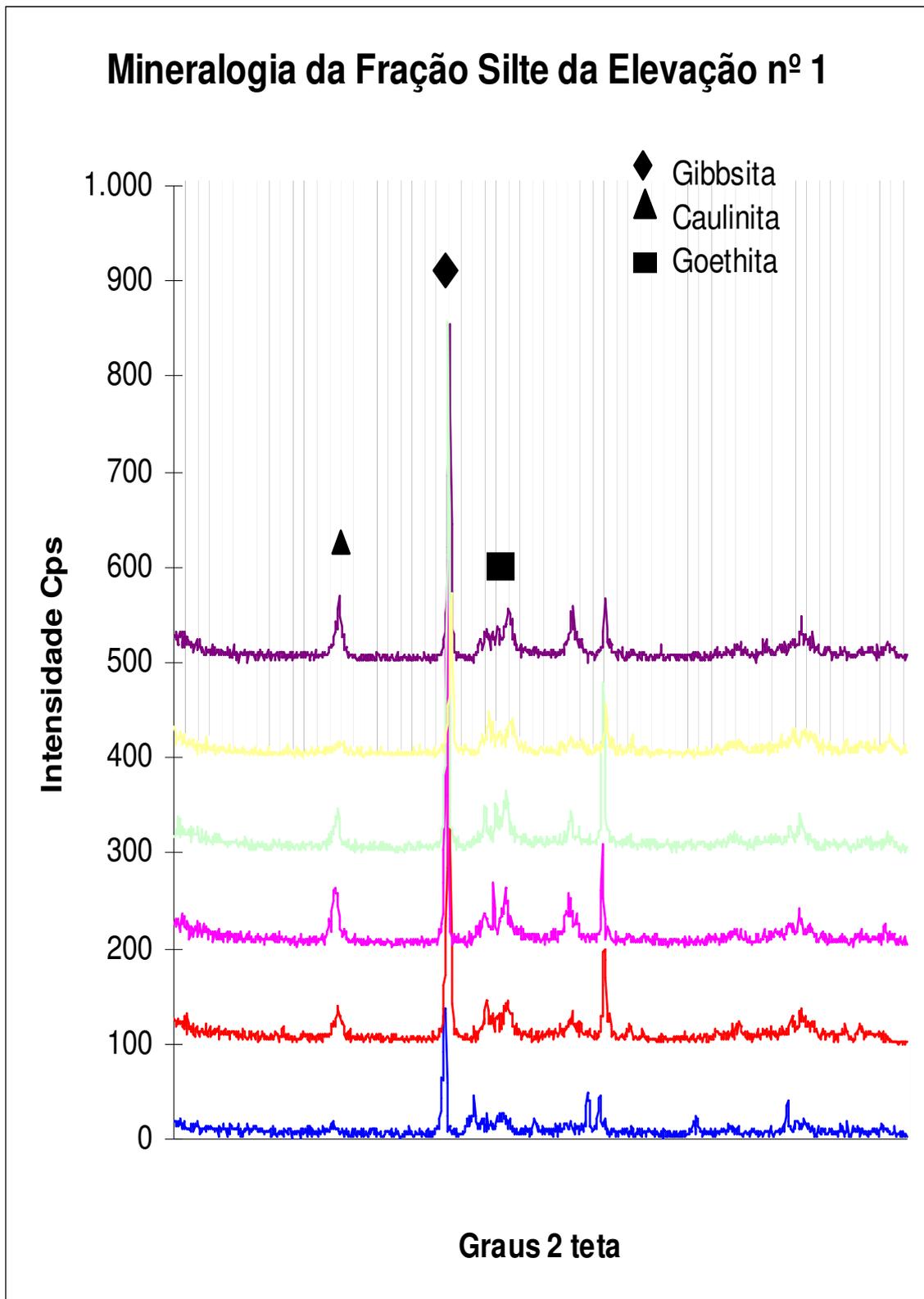


Gráfico 5. Mineralogia da Fração Silte da Elevação nº 2.

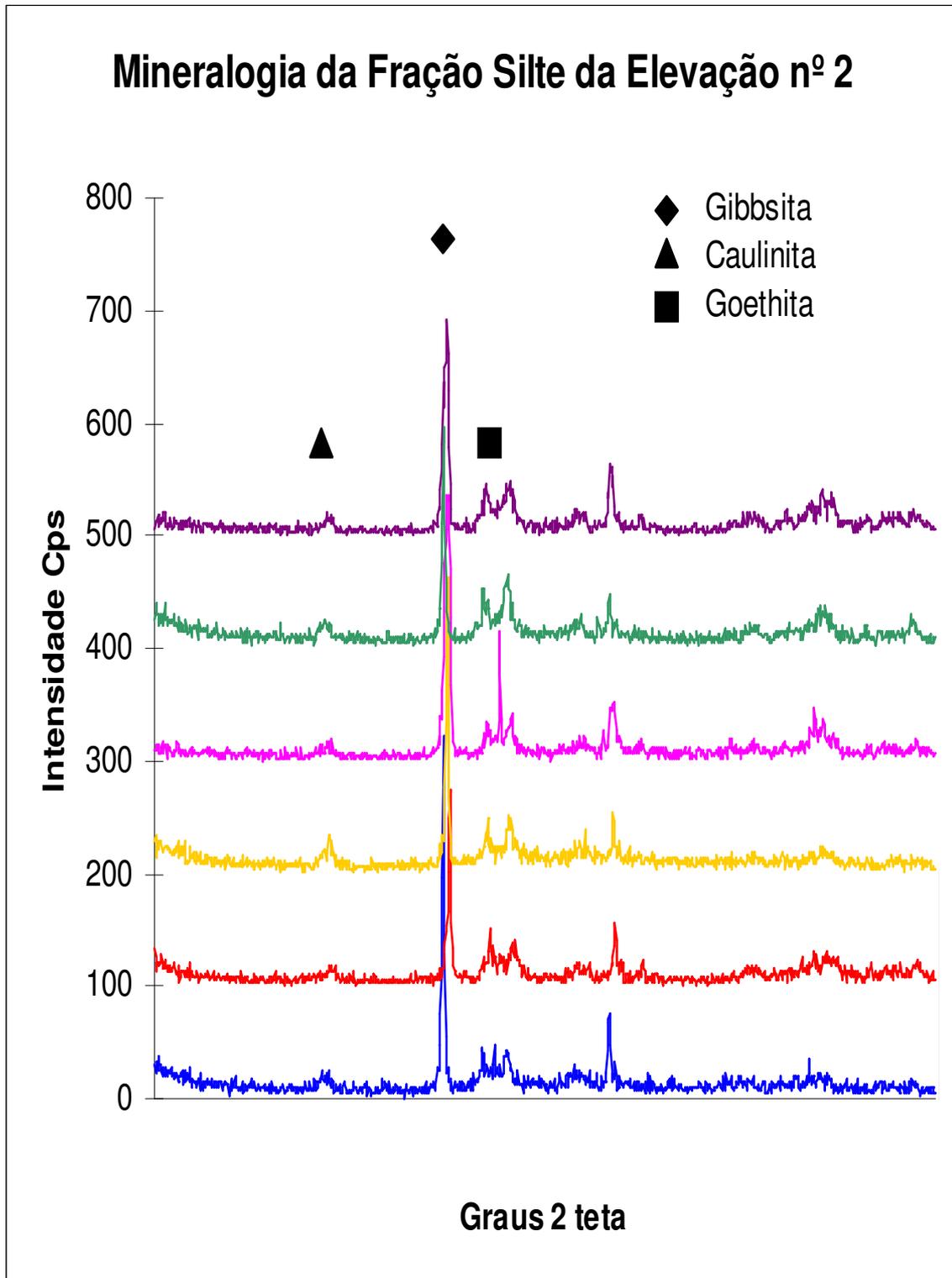
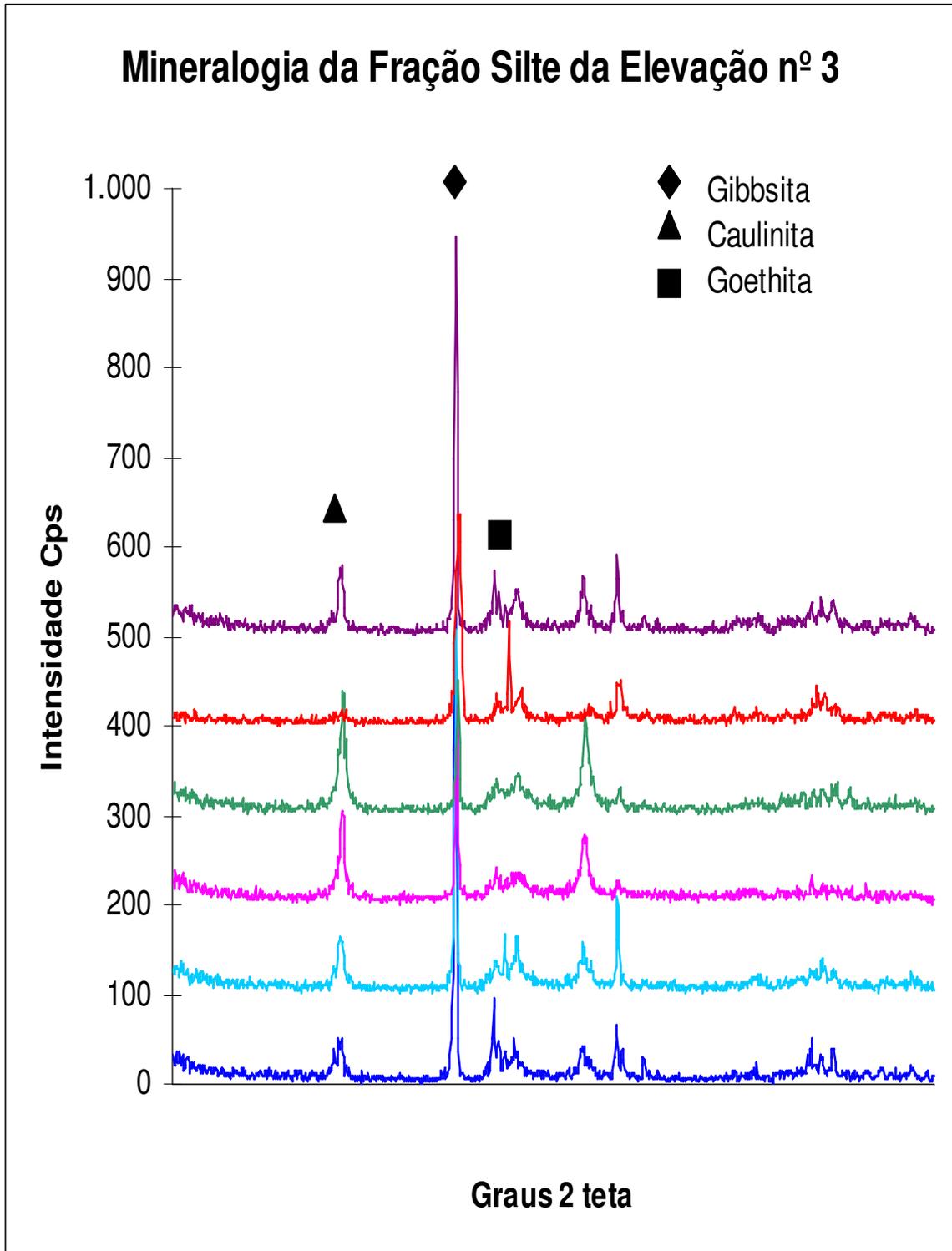
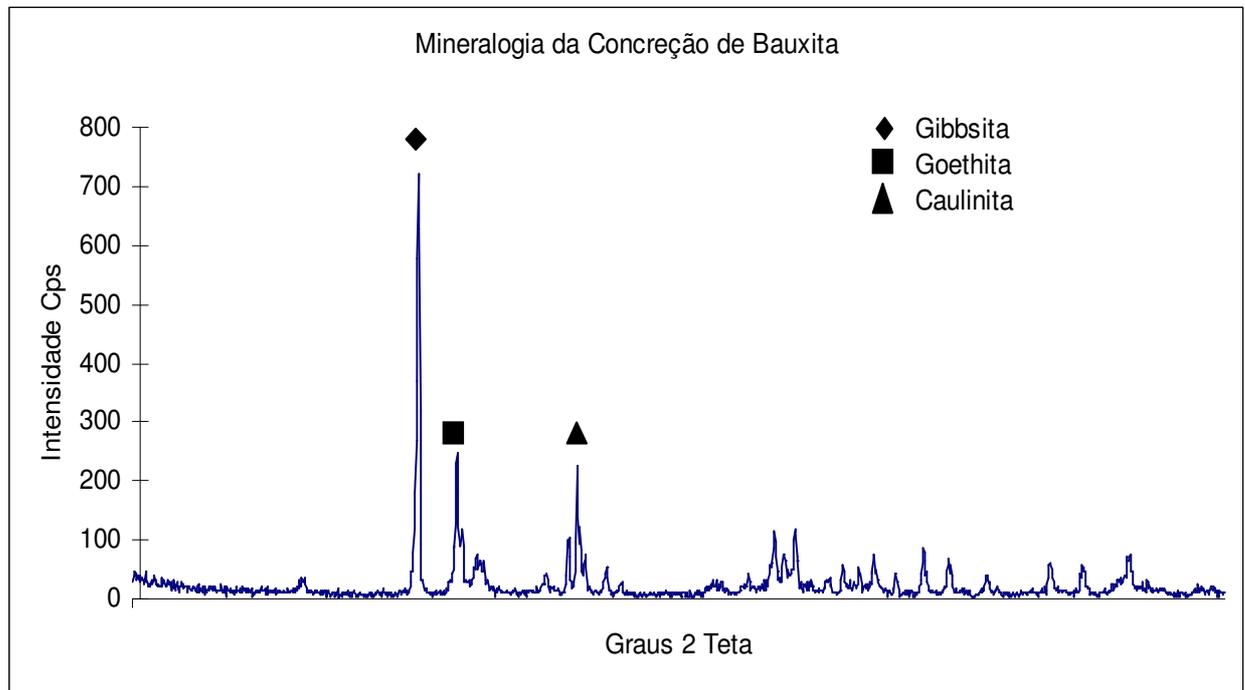


Gráfico 6. Mineralogia da Fração Silte da Elevação nº 3.



**Gráfico 7. Mineralogia da Concreção de Bauxita.**



### 7.3. O Fluxo de Escoamento Produtivo da Zona da Mata Mineira

Segundo Giovanini (2006, p. 29), a organização espacial do Brasil do século XVIII mostra de maneira muito evidente a preponderância da mineração no cenário econômico da colônia. A abertura de caminhos para o interior, o deslocamento do eixo econômico e administrativo do Nordeste para o Sudeste e a formação de um mercado interno de alimentos são demonstrações claras disso.

Do mesmo modo, Becker; Egler (2003, p. 91) explicitam que o processo de incorporação do território brasileiro na economia-mundo foi marcado pela divisão social e territorial do trabalho em três grandes setores: a *marinha*, que correspondia às terras próximas ao litoral e domínio da grande lavoura escravista; o *sertão*, o vasto *hinterland* complementar à economia litorânea, onde a pecuária extensiva constituía a principal atividade econômica e, desde cedo, relações de trabalho não escravistas foram dominantes; e as *minas*, que representaram um denso povoamento de porções determinadas do interior e ativaram fluxos comerciais importantes tanto com a marinha, como com o sertão.

A longa história do período colonial é também a história da emersão das primeiras formas de poder local, capazes de impor ao território a marca de seu controle. As condições

para a formação destas estruturas de poder, identificadas com a apropriação e valorização do excedente em determinado ponto do espaço, manifestaram, não apenas as contradições inerentes à forma de inserção periférica na economia-mundo, mas também os conflitos entre os diversos interesses políticos e sociais (BECKER; EGLER, 2003, p. 91).

A decadência da extração aurífera, a partir da segunda metade do século XVIII, trouxe alterações significativas para esse quadro (Zona da Mata como rota oficial para o escoamento do ouro e em outras partes a ocupação era proibida para se evitar o contrabando), em um processo intensificado pela chegada da família real portuguesa ao Brasil, em 1808, e do café à Zona da Mata, em 1809.

Para Giovanini (2006, p. 36), sobre a Zona da Mata, a primeira expedição a penetrar na região data de 1531, com o objetivo de procurar metais e pedras preciosas. Posteriormente, várias expedições adentraram no território matense, sempre com o mesmo objetivo, mas não obtiveram muito sucesso com isso, também não foram criados núcleos de povoamento significativos além de que, havia rotas menos perigosas, principalmente pelos grupos indígenas ali presentes.

Giovanini (2006, p. 43) expõe que, na Zona da Mata, a ocupação se dá a partir de uma série de frentes não articuladas entre si, partindo da região central de Minas. O Caminho Novo (de Ouro Preto ao Rio de Janeiro) corta a região apenas em sua porção sudoeste, mas mesmo assim é a origem da ocupação mais significativa, nos ranchos às suas margens e no vale do Rio Pomba. A Zona da Mata passará por alterações muito profundas na primeira metade do século XIX, em um processo que mudará a fisionomia da região e de Minas Gerais (a cafeicultura). Trata-se de uma ruptura e não a continuidade com o passado.

De acordo com Giovanini (2006, p. 44), o papel do quadro natural é relevante para os transportes. Inicialmente, pelo fato da ocupação ser grandemente auxiliada ou retardada pela navegabilidade dos rios. Em um segundo momento, quando da organização de uma rede terrestre, há a dificuldade em se vencer longas distâncias a pé ou montando em burros, que só é ampliada se as estradas estiverem assentadas sobre áreas declivosas ou escorregadias. Por fim, áreas demasiadamente declivosas constituem impedimentos intransponíveis à instalação de uma rede ferroviária.

Os lucros da lavoura não só proporcionaram uma vida confortável aos grandes fazendeiros da Zona da Mata, mas também uma diversificação com investimentos em melhorias nos transportes e no desenvolvimento de um surto industrial, concentrado em Juiz de Fora. A evolução dos transportes e da indústria na Zona da Mata possui uma importância que vai além da região. O quadro natural da Zona da Mata nunca deixou de ser um desafio à

produção cafeeira, mesmo em seu apogeu. Esse quadro também gerava sérios impecilhos para o desenvolvimento dos transportes na Mata, por seus declives e suas chuvas. Porém, a iniciativa no sentido de minimizar esses problemas vem desde cedo, com a construção de rodovias para escoar a produção cafeeira (GIOVANINI, 2006, p. 159).

A primeira grande rodovia foi a União Indústria que, apesar de seus impactos sobre a economia matense terem sido duradouros, a rodovia teve vida curta. Os problemas começaram em 1867, quando os trilhos da Estrada de Ferro Dom Pedro II (EFPII) chegaram a Entre Rios (RJ), hoje atual Três Rios (RJ). O traçado da linha férrea era paralelo ao da rodovia, mas seus fretes eram mais baratos, com capacidade de carga muito maior.

Giovanini (2006, p. 163) comenta que na segunda metade do século XIX o grande veículo do momento era a ferrovia. O desenvolvimento das ferrovias era um desafio de grandes dimensões em qualquer país do mundo. Por isso, os incentivos concedidos pelo governo brasileiro somente imitavam os oferecidos pelos governos europeus.

Segundo Becker; Egler (2003, p. 107) a ferrovia foi a alternativa que permitiu baratear o custo dos transportes na região cafeeira, como também nas outras regiões mercantis, aumentando a mobilidade e o volume dos produtos para exportação. Entretanto, em nenhuma outra zona produtora brasileira, a ferrovia teve a importância que representou para a economia cafeeira: ligando as fazendas ao Rio de Janeiro, abrindo novas plantações, liberando escravos para o trabalho agrícola e levando modernização ao interior.

Contudo, a primeira estação ferroviária em Minas Gerais foi inaugurada em 1869, em Mar de Espanha, na Zona da Mata, em que seus trilhos faziam parte do tronco principal da EFPII, que em 1876 chegou à Juiz de Fora. Nesse intervalo de tempo, muitas ferrovias menores foram criadas, a reboque dos incentivos e das pressões da Zona da Mata sobre o Governo de Minas. Em 1884, a malha ferroviária matense era de 602 Km, contra 269 Km no Sul de Minas Gerais e 135 Km na região central do Estado de Minas Gerais.

Giovanini (2006, p. 165) relata que a crise do sistema ferroviário antecede a crise da cafeicultura, tendo como marco temporal os problemas da Leopoldina, uma estrada de ferro privada originalmente capitalizada pelos produtores da Zona da Mata.

Nesse sentido, o desenvolvimento ferroviário da Zona da Mata teve conseqüências espaciais diretas. A primeira delas é a de que a integração regional não foi favorecida como deveria. Ao privilegiar produtores e não localidades, as pequenas aglomerações urbanas da Zona da Mata não tiveram a chance de se desenvolver em função da ferrovia.

O raciocínio que embasava as concessões era o de que a estrada de ferro deveria passar nos locais onde haviam riquezas para serem transportadas. Na Zona da Mata, nenhum lugar

era mais rico que Juiz de Fora desde o segundo quartel do século XIX. A chegada dos trilhos torna a cidade ainda mais hegemônica no cenário matense, centralizando os mercados de atacado e varejo, que obrigatoriamente tinham que passar por ela antes de atingirem o restante da região.

Giovanini (2006, p. 166) destaca que é inegável que os transportes desempenharam um papel importante ao viabilizarem o escoamento de produções cada vez maiores, a custos baixos e maior rapidez. No conjunto, percebe-se que as caóticas ferrovias da Mata só trouxeram lucros para os produtores. Alguns políticos na época propuseram uma mudança de foco das concessões ferroviárias, ou seja, ao invés dos trilhos seguirem a riqueza e o progresso, eles deveriam levar a riqueza e o progresso às regiões que ainda não os tinham.

Se de um lado as vias férreas consolidaram as ligações espaciais entre as fazendas e os portos do Rio de Janeiro e Santos, moldando uma vasta área que se estendia da Zona da Mata Mineira até o Planalto Paulista, de outro revelou a falência do estatuto escravista no Brasil, pois abriu caminho para o assalariamento da mão-de-obra (BECKER; EGLER, 2003).

De acordo com Blasenheim (1996, p. 109), a exemplo da Zona da Mata, quase todos os municípios importantes eram ligados pelas rotas perambulantes da Leopoldina até 1900 e os matenses não fizeram objeção em subsidiar ferrovias em outras zonas. A Leopoldina continuou predominantemente uma ferrovia cafeeira até a década de 1920, quando o valor dos laticínios ultrapassou o valor do café. Como um empreendimento britânico sobreviveu, mas nunca prosperou como em seus primeiros anos. A figura 13 ilustra as concessões ferroviárias nesse período.

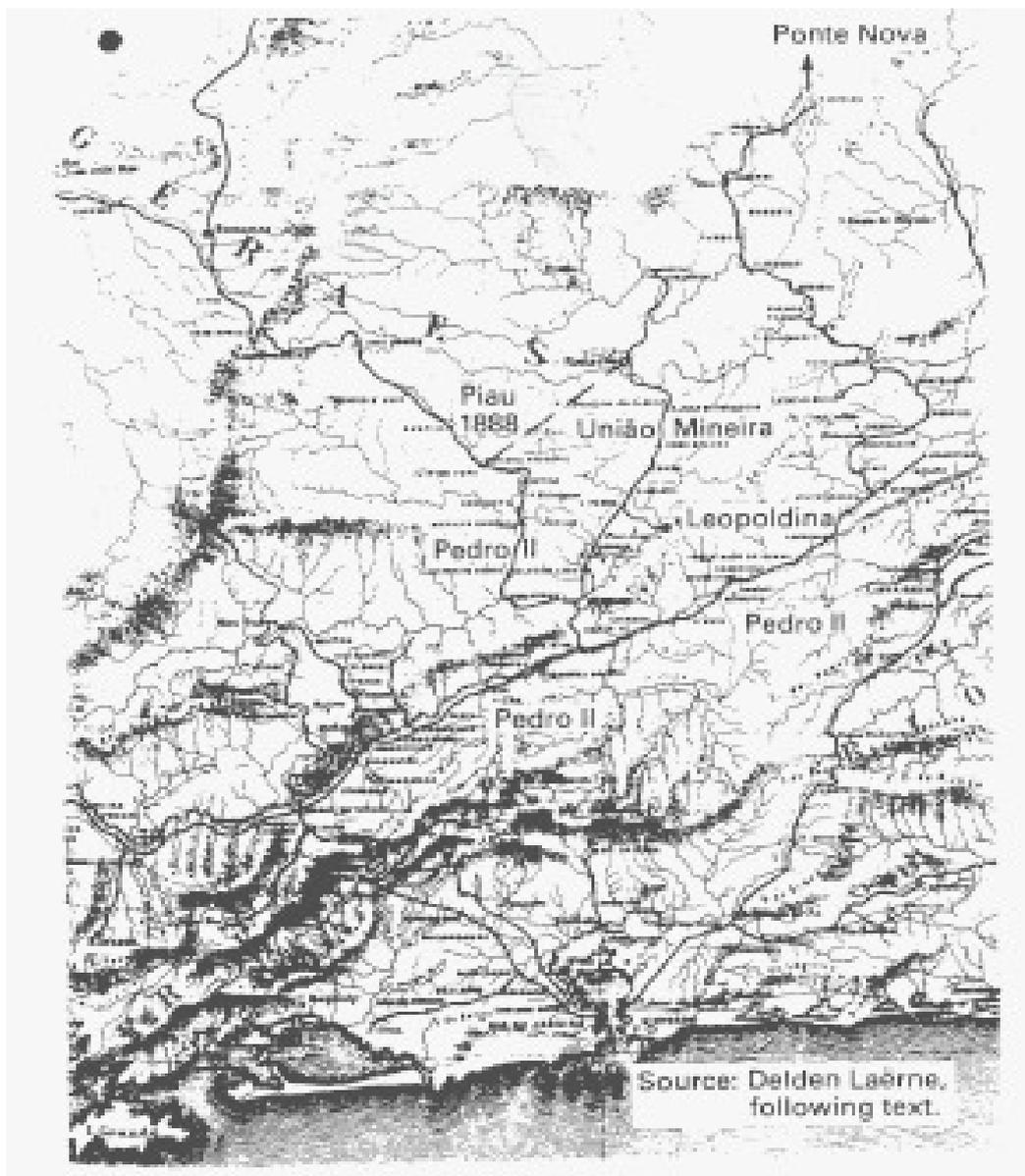


Figura 13. Mapa das concessões ferroviárias, incluindo a Leopoldina (BLASENHEIM, 1996, p. 89).

O legado de prosperidade ferroviária do século XIX é complexo, para Blasenheim (1996). De fato, a solução do engarrafamento do transporte contribuiu para a expansão da economia cafeeira no início da década de 1890, e a crise da superprodução que se seguia. Contudo, com boas ferrovias expuseram a instabilidade subjacente da economia cafeeira da Zona da Mata, fraquezas estas que, por sua vez, minaram a Leopoldina.

De certo modo, da perspectiva dos fazendeiros, porém, a importância excessiva dada às ferrovias, à exclusão de todos os outros assuntos aparentemente importantes é compreensível, para Blasenheim (1996). Interessados em lucros de curto prazo, menos preocupados com a questão trabalhista que os seus colegas da província do Rio e São Paulo, e

ignorando as conseqüências ecológicas das suas atividades, uma infra-estrutura de transportes prometia um rápido crescimento econômico sem nenhum custo social para eles. A locomotiva era uma manifestação de progresso real e altamente tecnológico, e enquadrava-se bem na definição restrita que os fazendeiros tinham do conceito.

### 7.3.1. A Ferrovia: uma forma em outra função

Schumpeter (1950, p. 12) *apud* Santos (2003, p. 187) vale-se do exemplo da máquina a vapor cujos “surgimento e funcionamento” criam novas funções e localizações sociais, novos grupos e pontos de vista, os quais se desenvolvem e interagem de tal modo que tendem a superar seu próprio quadro de referência.

Neste caso, entretanto, para Santos (2003), não é o objeto em si que tem a capacidade de provocar mudanças. A máquina a vapor nada mais seria do que um instrumento da evolução social, uma forma criada por um novo momento histórico da formação socioeconômica e apenas um resultado desse momento. Estrutura, processo, forma e função são categorias da mesma sociedade global.

Para Santos (2003), na atualidade, formas transferidas de uma formação socioeconômica para outra podem comportar a força de modificar esta última. As condições históricas presentes facilitariam o mecanismo de expansão do capital no espaço através do uso das formas.

As formas tornaram-se um meio de penetração nos países subdesenvolvidos – particularmente nos Estados não alinhados ou de orientação socialista – por duas razões principais, de acordo com Santos (2003, p. 189):

1. seus resultados não são imediatamente visíveis, o que constitui uma mudança significativa com relação ao planejamento da década de 1950 e do início da de 1960;
2. em razão da natureza técnica das novas formas, não se torna necessário tocar na estrutura socioeconômica, o que teria importantes conseqüências políticas.

Na verdade, três mecanismos foram postos em ação, ainda segundo Santos (2003, p. 189):

1. a implantação de novas formas, anteriormente meros suportes da estrutura, mas agora geradoras de novas funções que lhe são específicas;

2. a substituição de funções já existentes por outras mais “funcionais” em termos capitalistas, através da ação direta sobre antigas formas que são extirpadas e substituídas por novas;
3. a execução de projetos de planejamento aparentemente isolados mas que, contudo, visam ao mesmo alvo: acelerar a modernização capitalista e frustrar, se necessário, projetos nacionais de desenvolvimento.

A nova forma introduz novos relacionamentos, uma dependência crescente que, daí por diante, impelirá a formação socioeconômica em direção a uma mudança estrutural, muitas vezes fundamental. Este momento histórico é um momento crucial, segundo Santos (2003), em que ocorre uma mutação produzindo uma mudança qualitativa nas condições previamente prevalentes.

No caso de Itamarati de Minas, assim como na Zona da Mata, de um modo geral, a forma seria a ferrovia, difusora de uma mudança de função, ou seja, a forma que antes foi criada para escoar a produção cafeeira agora tem nova função, a de escoar a produção de bauxita. A estrutura definiria, então, a função da forma através do processo.

A infra-estrutura produzida nos tempos da cafeicultura, outro momento socioeconômico, torna-se imprescindível para a exploração de uma ilha de sintropia, uma vez que é também através do transporte que esse mercado se torna viável e comercialmente mais rentável.

#### *7.4. A Atividade Mineradora em Itamarati de Minas*

De acordo com Lopes; Branquinho (1988), no município de Cataguases (MG) funciona, desde 1963, as Indústrias Químicas Cataguases Ltda. (IQC), que desde então, vem utilizando bauxita na fabricação de sulfato de alumínio, usado na profilaxia da água. Esta bauxita era proveniente das imediações e fornecida por pequenos produtores que a exploravam sob a forma de garimpo.

No começo da década de 1970, esta empresa deu início a um programa de pesquisa, visando a detecção de grandes depósitos. Em 1976, a Companhia de Alumínio Poços de Caldas – ALCAN, iniciou suas atividades, principalmente na região de Astolfo Dutra, Itamarati de Minas e Descoberto.

Já em 1980, foi a vez da CBA voltar seu interesse para a região, iniciando um amplo programa de pesquisa, parte em áreas associadas às Indústrias Químicas Cataguases, parte em

áreas próprias, desde São João Nepomuceno ao sul, até Fervedouro ao norte. Já a Mineração Corimbaba e as Indústrias Químicas Cataguases também requereram várias áreas para pesquisa na região de Carangola, ao norte de Fervedouro (LOPES; BRANQUINHO, 1988).

Em Itamarati de Minas, a CBA iniciou, em 1988, a implantação de sua usina de beneficiamento de minério e começou sua atividade de extração mineral em 1992, com capacidade instalada para beneficiamento de 1,6 milhões de toneladas de bauxita por ano, segundo dados da CBA (2007). Essa bauxita é transportada por rodovia até Cataguases, onde há carregamento por ferrovia até o interior de São Paulo, na cidade de Alumínio.

Com a construção da fábrica, em Alumínio (SP), iniciou-se um novo ciclo do desenvolvimento da metalurgia no país. A exploração da bauxita, matéria-prima usada na produção do alumínio, já havia sido iniciada em 1931 na região de Poços de Caldas (MG) e, a partir de então, os investimentos não pararam. O projeto foi financiado em 90% pela Votorantim que, em 1946, passou a ter o controle acionário da empresa (CBA, 2007).

A cidade de Alumínio, antiga Rodovalho, era ainda um núcleo urbano (antigamente uma vila operária) do então bairro de Mairinque quando foi escolhida estrategicamente para a construção da Fábrica da CBA. Assim, a cidade de Alumínio fica a 75 km de São Paulo e ao mesmo tempo próxima ao Porto de Santos, onde todo o processo industrial foi planejado para que o minério fosse transportado por estrada de ferro. Esta concentra a maior indústria integrada de alumínio do mundo, onde é feito desde o processamento da bauxita até a fabricação dos produtos fundidos e transformados (CBA, 2007).

#### *7.5. A (re)configuração sócio-espacial de Itamarati de Minas: uma verdade?*

Produto da ação humana ao longo do tempo, a organização espacial é um reflexo social, “conseqüência do trabalho e da divisão do trabalho”, conforme aponta Lefebvre (1976) *apud* Corrêa (1990, p. 67). É o resultado do trabalho social que transforma diferencialmente a natureza primitiva, criando formas espaciais diversas sobre a superfície da Terra.

Como o trabalho social e a sua divisão dão-se em um determinado tipo de sociedade com certo nível de desenvolvimento das forças produtivas e um modo dominante de suas relações, a organização espacial resultante refletirá estas características básicas da sociedade. Refletirá o desenvolvimento das forças produtivas e as relações de produção. E como estas últimas vão se traduzir em classes sociais e seus conflitos, a organização espacial as espelhará, segundo Corrêa (1990, p. 67).

Segundo uma colocação de Milton Santos em *Economia Espacial* (2003, p. 187), podem os objetos geográficos desempenhar um papel instrumental, levando a efeito transformações na sociedade?

As infra-estruturas criam restrições à organização espacial, localização seletiva do capital, de instituições e de pessoas; quanto mais pobre o país, mais agudo isto se torna. Quanto mais descontínua a circulação no espaço, menos este tem fluidez e mais fortes são os efeitos das restrições infra-estruturais (SANTOS, 2003, p. 201).

De uma certa forma, a mudança de função, ou na realidade, o aproveitamento da infra-estrutura existente (a forma), acaba por beneficiar, no caso da mineração, o município na qual ela se instala, através dos *royalties* da mineração. Toda exploração de recursos minerais para fins de aproveitamento econômico obriga por lei (Lei nº. 7.990/89) as empresas a pagar o CFEM – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais.

No entanto, como são aplicados esses recursos que deveriam estar voltados para, quando da exaustão mineral, criar bases para o desenvolvimento do município sem essa riqueza?

A tabela 8 lista o percentual que deve ser repassado aos municípios pelas empresas mineradoras e a tabela 9 mostra a arrecadação de CFEM em Minas Gerais.

**Tabela 8. Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais**

CFEM	Lei 7.990/89
Base de Cálculo	Receita líquida *
Participação especial (sobre volume de produção/rentabilidade da exploração)	Não
Substâncias Minerais	Percentual
Minério de alumínio, manganês, sal-gema e potássio	3%
Ferro, fertilizante, carvão e demais substâncias minerais	2%
Pedras preciosas, pedras coradas lapidáveis, carbonatos e metais nobres	0,2%
Ouro **	1%

Fonte: AMIG e DNPM *apud* OLIVEIRA (2007) – adaptação feita pela autora.

\* debitados transporte e tributos (ICMS, PIS/PASEP, COFINS, IOF e ISS).

\*\* exceto garimpeiros.

**Tabela 9. Arrecadação de CFEM em Minas Gerais – Jan/jul de 2007.**

<b>Arrecadação (R\$)</b>	<b>Município</b>
Até 1.000,00	93
De 1.000,00 a 50.000,00	145
De 50.000,00 a 100.000,00	13
De 100.000,00 a 500.000,00	29
De 500.000,00 até 1.000.000,00	2
Acima de 1.000.000,00	17
Municípios mineradores	448
Municípios que arrecadam CFEM	299

Fonte: AMIG e DNPM *apud* OLIVEIRA (2007).

Além da arrecadação pelo município dos *royalties* da mineração, a geração de empregos diretos e indiretos também é um processo benéfico para o município. Como a CBA localiza-se na zona rural de Itamarati de Minas, parte do transporte da bauxita é feito por rodovia (25 Km) até o terminal ferroviário de Barão de Camargo, em Cataguases, de onde segue até Alumínio (861 Km). A tabela 10 lista o número de funcionários que trabalham para a CBA e a figura 14 ilustra o trajeto ferroviário do escoamento da bauxita.

**Tabela 10. Número de Funcionários da CBA.**

<b>Número de Funcionários</b>				
Lavra	Beneficiamento	Administrativo	Outros *	Total
22	80	13	143	258

Fonte: Revista Minérios e Minerais (2007).

\* mão-de-obra terceirizada.

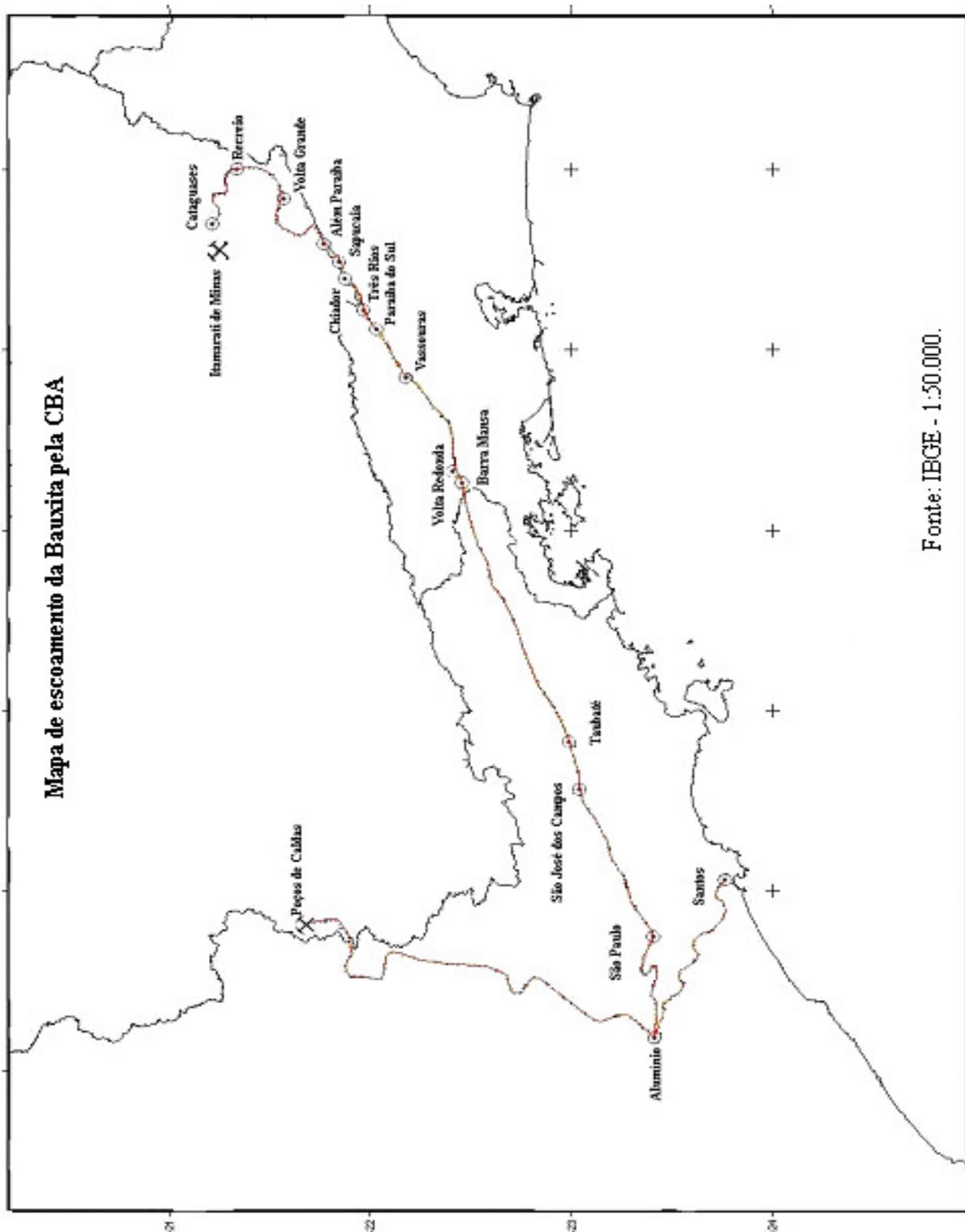


Figura 14. Mapa de escoamento da bauxita pela CBA (IBGE; CVRD. Adaptado.).

A empresa terceirizada do transporte rodoviário e para a planta de beneficiamento era a Central Roost de Transportes Ltda, de 2004 até final de 2006. Pelos dados obtidos por esta

empresa, ela era responsável por 50% do volume da unidade de transporte, que era de 35 caminhões basculantes e em torno de 70 funcionários, sendo 20 de Itamarati de Minas, 40 de Cataguases e os demais de regiões próximas da unidade (OLIVEIRA, 2007). Pelo exposto, a maior parte da mão-de-obra terceirizada é no setor de transporte, porém há inserção de mão-de-obra terceirizada que não seja de Itamarati de Minas, o que pode também ser explicado pela baixa oferta de motoristas.

Segundo dados da CBA (2007), o Departamento de Itamarati de Minas desenvolve um programa de educação e atividades comunitárias em que são realizados: um curso anual de capacitação em educação ambiental para professores de toda a região; visita de estudantes, com abordagem de conceitos, princípios e importância da preservação ambiental e da mineração; reuniões com a comunidade para compartilhar os anseios coletivos e desenvolvimento de campanhas educativas que atingem toda a sociedade.

Também é mantido em convênio entre a CBA e o IEF - Instituto Estadual de Florestas/MG. Atualmente, encontra-se em desenvolvimento projetos voltados para a recuperação e proteção das nascentes; levantamento de árvores matrizes para coleta de sementes na região e aperfeiçoamento genético de espécies nativas para reflorestamento. Estas atividades mantêm, segundo a empresa, o bom relacionamento entre a mesma e a sociedade e contribuem decisivamente para a preservação da natureza e o desenvolvimento da região (CBA, 2007).

No entanto, o que se observa em Itamarati de Minas é bem diferente do colocado em Coelho (1996) sobre a região de Carajás (PA). Carajás surgiu com um projeto de exploração de ferro da CVRD e este núcleo urbano servia de ponto de apoio para o acesso à uma ilha de sintropia. Já em Itamarati de Minas, a extração é bem posterior à emancipação do município, o que lhe confere ainda um contingente populacional totalmente estável desde os últimos anos. Não houve um fluxo migratório em função da exploração de bauxita, mesmo porque não é uma prática para garimpeiros e exige também mão-de-obra especializada.

Ainda em relação ao Pará, segundo Coelho (1996), a exploração das ilhas de sintropia nas economias extrativistas características tem levado à ocupação e posterior produção de periferias deprimidas e grandes misérias nas escalas regionais/locais. Ou seja, a região sudeste do Pará contém ilhas de sintropia, cuja exportação (ou redução) tem conduzido a uma elevação da entropia com redução da ordem e, portanto, aumento do caos social. A materialização do caos social nessas áreas corresponde à espacialização da miséria refletida nos indicadores de renda, saúde e educação. Porém, o grande acréscimo populacional na região do Pará iniciou-se com o garimpo do ouro na década de 1970 em Serra Pelada.

Coelho (1996, p. 250) explicita melhor a questão do caos social:

É importante ressaltar que as constatações apresentadas sobre o Pará não dizem respeito a uma posição determinística de que a redução da entropia leva inexoravelmente ao caos social, porém significa que esta tem sido a experiência nos países e nas regiões de economia extrativista. Ao se constatar a irreversibilidade na diminuição da ordem, não se está, entretanto, negando a possibilidade e a positividade da auto-organização dos sistemas sociais, face às ações individuais ou coletivas de dar coerência ou ordem ao caos.

De acordo com Altvater (1995, p. 63), a questão central, embora ainda genérica, para conceitos e estratégias de desenvolvimento, é em que medida estão em condições de criar estruturas sociais e econômicas coerentes e, portanto, criar ordem. A discussão dos conceitos de entropia e sintropia permitiu concluir, entre outras coisas, que, justamente em face do entropismo social de modernas sociedades industriais, a produção e a conservação de coerência só pode ser possível mediante o fornecimento de energia, e que processos dissipativos produzem caos ou desordem.

Assim, torna-se decisiva a questão relativa a se, e como, sociedades são capazes de dispor sua base social e combinar suas energias sociais de modo tal que surjam estruturas de ordem, evitando-se, ou eventualmente superando-se, incoerências. Portanto, o desenvolvimento pode ser interpretado como um esforço social de sistematização, de produção de coerência na economia, na sociedade, na política, na cultura, com um duplo objetivo. No *input* do processo de desenvolvimento, os agentes sociais precisam ocupar-se das restrições econômicas, ecológicas ou políticas, e no *output*, precisam poder aumentar a produtividade, para aumentar a riqueza (ALTVATER, 1995, p. 63).

A produção da ordem pela qual se avalia o desenvolvimento não é possível sem a simultânea produção de relações caóticas. Caos e ordem não são contrários, mas sim propriedades, no mesmo tempo e no mesmo espaço, de uma dinâmica global dotada de uma multiplicidade de “tempos próprios” (ALTVATER, 1995, p. 65).

Haveria, então, caos social e/ou periferias deprimidas em Itamarati de Minas?

Pelo exposto, não foi observado caos social nem mesmo uma periferia deprimida em Itamarati de Minas, uma vez que não houve um *boom* populacional, como ocorrido no Pará, em função da mineração. É preciso ressaltar que a extração de bauxita é bem diferente do ouro, sendo uma atividade de extração mecânica e não de garimpagem, esta sendo o grande atrativo de pessoas não qualificadas em busca de emprego fácil e muitas vezes informal, não

gerando renda fixa ao trabalhador e criando periferias de populações prestadoras de serviço, em muitos casos, sem emprego.

Itamarati de Minas não é uma *company town*, ou seja, uma cidade empresa criada e planejada, onde há uma ordem pré-estabelecida. No entanto, apenas Carajás, em relação ao Pará, é uma cidade empresa, mas o *boom* populacional no Pará foi anterior à criação de Carajás. Sendo assim, a mineração de bauxita em Itamarati de Minas incorpora taxa de trabalho e capital fixo ao valor da receita municipal, gerando empregos direto e indireto, mesmo em menores proporções, não só para esse município, mas como para Cataguases, onde reside a maior parte da mão-de-obra especializada, como engenheiros de minas, geólogos, jornalistas, administradores, entre outros.

Também não é visível uma (re)configuração sócio-espacial em função da mineração de bauxita. O município, em termos populacionais, nem ao menos obteve crescimento significativo nos últimos anos e a atividade geradora de renda continua sendo a agricultura. Pela não obtenção de dados junto à Prefeitura Municipal de Itamarati de Minas, por motivos desconhecidos, não puderam ser quantificadas as obras, incentivos e/ou financiamentos que possam ter sido realizados no município pela CBA nesses anos de atuação.

Além disso, a utilização dos indicadores monetários é em razão da elevada taxa de recursos econômicos do município e a renda *per capita* constituiria a medida mais geral da produtividade média do trabalho em uma economia nacional, porém, a realidade parece ser totalmente dependente da má distribuição de renda e não apenas do seu valor bruto.

Resumidamente, o que se destacaria como indutor de desenvolvimento em Itamarati de Minas, já que lá é um centro de extração mineral, seria a instalação de uma indústria de transformação do alumínio na região da Zona da Mata Leste. Ocorreria, no entanto, uma mudança na transferência geográfica do fluxo de energia e de matéria de uma economia extrativa para uma economia de produção, o que levaria à uma nova organização espacial e uma mudança na estrutura sócio-econômica de Itamarati de Minas e região.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com Biondi (2003), o intemperismo das rochas mobiliza minerais, elementos e substâncias químicas. Essas transformações pelas quais passam as rochas podem levar à reconcentração desses minerais, substâncias e elementos, gerando novos depósitos minerais. Visto que o processo de intemperismo varia conforme o meio no qual se desenvolve

(tipo e composição da rocha, clima, vegetação e relevo) e, em consequência, os produtos do intemperismo também variem, vários tipos de depósitos podem ser gerados.

No contexto climático tropical úmido durante o intemperismo químico e a pedogênese, a lixiviação, o transporte e deposição de elementos solúveis são comandados principalmente pela circulação da fase aquosa do sistema de alteração, enquanto modificações de volume da rocha fazem aparecer níveis de concentrações relativas, neste caso, sem o deslocamento dos elementos. Havendo inclinação da superfície topográfica, que é o caso da maioria das vertentes, à lixiviação do perfil soma-se ao efeito da lixiviação lateral (GRANIER, 1973 *apud* REBELO *et al*, 2007). Percebe-se, então, que interrelacionados aos fatores pedogeoquímicos, os fatores hidrogeológicos e geomorfológicos são importantes neste tipo de evolução laterítica/bauxítica.

Já na região de Cataguases (MG), Valetton; Melfi (1988) correlacionaram a ocorrência de bauxitas com a **superfície de erosão** Sul-Americana, considerada do Terciário Inferior. A tectônica Cenozóica, responsável pela geração do sistema de **riftes** entre a Serra do Mar e a Mantiqueira, quebrou, fragmentou e deslocou essa antiga superfície de erosão, bem como degradou sua crosta ferruginosa. Em decorrência de novas condições morfológicas e climáticas, no intervalo do Terciário-Quaternário, teve lugar uma superposição de eventos poligenéticos, ou destruição por retrabalhamento e erosão do material existente (GONTIJO *et al*, 2002).

Segundo Kotschoubey (2006) é importante ressaltar que os depósitos de bauxita conhecidos hoje no Brasil não são acumulações residuais recentes. Trata-se de “modestos” restos de extensas coberturas de alteração laterítica formadas provavelmente no Terciário Inferior (ou Paleógeno). Neste longo período compreendendo pelo menos o Paleoceno e o Eoceno (mais de 30 Ma), as condições climáticas e geomorfológicas eram certamente bastante diferentes das atuais. Ademais, tudo indica que, após a formação das coberturas bauxíticas, significativas mudanças climáticas globais (resultando em sucessivas regressões marinhas) e movimentos tectônicos regionais (epirogenéticos) desestabilizaram o equilíbrio mantido no Terciário Inferior, levando à forte incisão da superfície e individualização de relevos tabulares reliquiais. É importante salientar que a geomorfologia atual tem pouco (se tem) a ver com a evolução da bauxita.

Para Kotschoubey (2007) a proposta de fossilização de bauxita num quadro geomorfológico em meias laranjas não seria uma explicação muito viável, sobretudo se as condições climáticas foram propícias à bauxitização há milhões de anos atrás, mas não o são mais há muito tempo, excluindo o Holoceno, pois seria curto demais para ter qualquer

influência sensível. A degradação e erosão, que tendem ao aplainamento, deveriam ter eliminado tais depósitos, a menos que estes tivessem sido protegidos por um espesso capeamento (sedimentar, por exemplo) hoje desaparecido. Poderiam ser bauxitas formadas mais recentemente devido a um regime pluviométrico excepcional? Uma vez que são essencialmente gibbsíticas?

É também possível que os movimentos neotectônicos recentes, provavelmente intensos na região de Itamarati de Minas, tenham causado um soerguimento geral da antiga cobertura de alteração bauxítica/laterítica talvez razoavelmente preservada (em baixa altitude), porém também uma fragmentação em blocos ou painéis desta cobertura e a colocação desses painéis a níveis topográficos diferentes.

Em relação às meias laranjas, é sabido que a evolução da paisagem de um peneplano/pediplano para uma topografia mais dissecada (em caso de ruptura de equilíbrio), a cobertura de alteração sofre normalmente um certo abatimento em bordas dos relevos tabulares, que por sua vez evoluem eventualmente para meias laranjas. Porém, referente à relação entre a natureza das rochas e as formas topográficas, as feições em meias laranjas podem se desenvolver a partir de diversos litotipos de composição granitóide (incluindo gnaisses) na medida que se trata de rochas de textura suficientemente isotrópica (KOTSCHOUBEY, 2007).

Já em relação à (re)configuração espacial de Itamarati de Minas, a organização espacial com o seu caráter de reflexo social, de acordo com Corrêa (1990), não diz respeito apenas ao presente. A organização espacial acumula formas herdadas do passado. Elas tiveram uma gênese vinculada a outros propósitos e permaneceram no presente, porque puderam ser adaptadas às necessidades atuais, que não mudaram substancialmente ao longo do tempo. As formas espaciais herdadas do passado e presentes na organização atual apresentam uma funcionalidade efetiva em termos econômicos ou um valor simbólico que justifica a sua permanência.

No entanto, não foram verificados em campo caos social ou mesmo periferias deprimidas em Itamarati de Minas em função da extração de bauxita, nem mesmo uma (re)configuração do espaço geográfico. O município, em termos populacionais, nem ao menos obteve crescimento significativo nos últimos anos devido à extração mineral, mas sim aumento da arrecadação de impostos com os *royalties* da mineração.

De uma certa forma, a ferrovia auxilia e viabiliza a exploração da Ilha de Sintropia de Bauxita em Itamarati de Minas, porém, continua não desenvolvendo nem levando riqueza e progresso aos locais menos favorecidos, como na época cafeeira.

## 9. GLOSSÁRIO

**Alumina:** mineral abundante na superfície da crosta terrestre e encontrado em estado cristalino mais ou menos puro ou com outros óxidos.

**Alumínio:** metal leve cujo minério é extraído da alumina.

**Associação:** termo proposto originalmente para abranger um conjunto de grupos litológicos.

**Bauxita:** hidrato de alumínio de coloração clara, ou levemente alaranjada ou ainda avermelhada em função da porcentagem de óxido de ferro. A bauxita é um *laterito branco*, cuja formação é resultante da alteração de rochas que contêm grande quantidade de feldspatóides.

**Colmatagem:** trabalho de atulhamento ou de enchimento realizado pelos agentes naturais ou pelo homem, em zonas deprimidas.

**Complexo:** é uma unidade litoestratigráfica (conjunto rochoso caracterizado por um tipo ou combinações de vários tipos litológicos ou por outras marcantes feições litológicas) com posta pela associação de rochas de diversos tipos, de duas ou mais classes (sedimentares, ígneas ou metamórficas) com ou sem estrutura altamente complicada, ou por misturas estruturalmente complexas de diversos tipos de uma única classe.

**Direção:** nome dado em Geologia às orientações das camadas tomadas em relação ao norte magnético. Graças ao estudo das direções e mergulhos é que se desenvolveram em grande parte as pesquisas de geomorfologia estrutural. A direção da camada é normal ou perpendicular ao mergulho. Representa a linha de interseção de uma superfície de camada com um plano horizontal.

**Graben:** depressões de formas alongadas enquadradas por uma série de degraus produzidos por falhas paralelas.

**Horst:** parte elevada ou saliente em relação ao relevo contíguo. Esta proeminência pode ser devida à elevação do terreno por falha escalonada ou ao contrário, por causa do estabelecimento de uma *fossa tectônica ou graben*.

**Intemperismo:** conjunto de processos mecânicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e decomposição das rochas.

**Laterização:** processo característico das regiões intertropicais de clima úmido e estações chuvosa e seca alternadas, acarretando a remoção da sílica, e o enriquecimento dos solos e rochas em ferro e alumina.

**Litter:** ou conhecido como *serrapilheira*, são restos vegetais e animais decompostos que compõem a matéria orgânica do solo.

**Mergulho:** inclinação dos estratos geológicos em relação com o plano horizontal dado pelo nível dos mesmos. A direção perpendicular ao mergulho é a inclinação.

**Regolito:** como regolito entende-se todo o material inconsolidado que recobre o substrato rochoso inalterado, ou protolito, sendo formado por material intemperizado “in situ” ou transportado. Sobre os regolitos atuam também os processos geomorfológicos que moldam a superfície terrestre.

**Riftes:** zonas do globo onde a crosta terrestre, e a litosfera associada, sofrem uma fratura acompanhada por um afastamento em direções opostas de porções vizinhas da superfície terrestre.

**Suíte:** É uma unidade formal constituída pela associação de diversos tipos de uma única classe de rocha intrusiva ou metamórfica de alto grau, discriminados por características texturais, mineralógicas ou composição química.

**Superfície de Aplainamento:** diz-se quando uma superfície de erosão corta estruturas diversas, mostrando, no entanto formas fracamente onduladas. Numa superfície de erosão podemos encontrar formas levemente onduladas, mamelonadas e mesmo niveladas.

**Superfície de Erosão:** área do relevo com estruturas diversas, aplainada ou cortada de modo indiferente pela erosão dando uma forma topográfica discordante da estrutura.

**Vale:** corredor ou depressão de forma longitudinal que pode ter vários quilômetros de extensão. Os vales são formas topográficas constituídas por talvegues e duas vertentes com dois sistemas de declives convergentes. O vale é expresso pela relação entre as vertentes e os leitos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

ALTVATER, E. **O Preço da Riqueza**. São Paulo: Unesp, 1995, 333 p.

BECKER, B.; EGLER, C. **Brasil: uma nova potência regional na economia-mundo**. 4ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 272p.

BEISSNER *et al.* The Cataguazes Bauxite Deposit. In: CARVALHO, A.; BOULANGÉ, B.; MELFI, A. J.; LUCAS, Y. **Brazilian Bauxites**. São Paulo-Paris: USP/FAPESP/ORSTOM, 1997. (195-207). 331 p.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1996, v.2.

BIONDI, J. C. **Processos metalogenéticos e os depósitos minerais brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. 528p.

BLASENHEIM, P. L. As ferrovias de Minas Gerais no século dezanove. In: **Lócus: revista de história**. Juiz de Fora: Núcleo de História Regional/EDUFJF, 1996. p. 81-110.

CBA – Companhia Brasileira de Alumínio. **Histórico - Quem Somos**. Disponível em: <<http://www.cbaluminio.com.br/pt/quem.php>>. Acesso em: jun/07.

CFLCL – **Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina: 90 anos de Modernidade**. Fundação Cultural Ormeo Junqueira Botelho. Rio de Janeiro: Texto & Arte. Ministério da Cultura, 1996. 142 p.

COELHO, M. C. N. A CVRD e a (re)estruturação do espaço geográfico na área de Carajás (Pará). In: CASTRO, I. E., GOMES, P. C., CORREA, R. L. **Brasil: Questões atuais da reorganização do Território**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p. 245-281.

CORRÊA, G. F. **Modelo de Evolução e Mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa (MG)**. 1984. 85 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Departamento de Solos – Universidade Federal de Viçosa – MG. Viçosa, 1984.

CORRÊA, R. L. **Região e Organização Espacial**. 3ª edição. São Paulo: Ática, 1990.

DAVIS, W. M. O Ciclo Geográfico. In: COLTRINARI, Lylian. **Seleção de Textos (AGB)**. São Paulo, nº 19. p.9-27, junho de 1991.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. **Alumínio (Bauxita) – Anuário Mineral Brasileiro – 2005**. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68>>. Acesso em: jun/ 2006.

ESTAIANO, J. C. Mineração e Impactos no meio físico na Região Metropolitana de São Paulo: uma abordagem geomorfológica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA

FÍSICA APLICADA, 11, 2005. **Anais...** São Paulo: DG/FFLCH/USP. Setembro de 2005. cd-rom.

FONTES, M. P. F. **Prática II: Separação das frações do solo.** SOL-615 – Mineralogia do Solo. Universidade Federal de Viçosa, 2007. 5 p. Apostila.

GIOVANINI, R. R. **Regiões em movimento: um olhar sobre a Geografia Histórica do Sul de Minas e da Zona da Mata Mineira (1808-1897).** Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFMG, 2006, 204 p. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/biblioteca/index.shtml>> Acesso em 10 de novembro de 2007.

GONTIJO, A. H. F. et al. Perfis lateríticos bauxíticos e a fragmentação da superfície Sul-Americana: um exemplo da Serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. São Paulo, **Geociências**, v.21, n° ½. p.5-13, 2002.

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367 p.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico.** Rio de Janeiro: Instituto Pan-Americano de Geografia e História, 1954. 250p.

\_\_\_\_\_, A. T. **Recursos Naturais do Brasil.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1980. 220 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geologia.** Rio de Janeiro: IBGE, 1998, 120p.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Bauxita.** Disponível em: <[http://www.ibram.org.br/003/00318009.asp?ttCD\\_CHAVE=1843](http://www.ibram.org.br/003/00318009.asp?ttCD_CHAVE=1843)> Acesso em: nov de 2007.

IMRS – Índice Mineiro de Responsabilidade Social - Governo de Minas Gerais. 2005. cd-rom.

KOTSCHOUBEY, B. Geologia do Alumínio. In: SCHOBLENHAUS, C.; COELHO, E. S. (coordenação). **Principais Depósitos Mineraiis do Brasil**, v.3. Brasília: DNPM, 1988 (599-619).

KOTSCHOUBEY, B. **Bauxitização.** [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <[rochawerneck@ig.com.br](mailto:rochawerneck@ig.com.br)> em 13 de outubro de 2006.

\_\_\_\_\_, B. **Monografia – Aluna da UFV.** [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <[brunna.werneck@bol.com.br](mailto:brunna.werneck@bol.com.br)> em 23 e 29 de setembro de 2007.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia Geral.** 12º edição revista. São Paulo: ed. Nacional, 1995. 399 p.

LOPES, R. F.; BRANQUINHO, J. A. Jazidas de Bauxita da Zona da Mata de Minas Gerais. In: SCHOBLENHAUS, C.; COELHO, E. S. (coordenação). **Principais Depósitos Mineraiis do Brasil**, v.3. Brasília: DNPM, 1988 p. 656-661.

MELFI, A. J. Brazilian bauxite deposits: a review. In: CARVALHO, A.; BOULANGÉ, B.; MELFI, A. J.; LUCAS, Y. **Brazilian Bauxites**. São Paulo-Paris: USP/FAPESP/ORSTOM, 1997, p. 3-19.

OLIVEIRA, T. A Carta da Bauxita. **Revista In The Mine** - Gestão de Processos e Tecnologia para Mineração. págs. 98-105, jul. /ag. de 2007.

OLIVEIRA, M. **Transportes CBA**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <[brunna.werneck@bol.com.br](mailto:brunna.werneck@bol.com.br)> em 07 de novembro de 2007.

PAULA, G. M. de. **Consolidando posições na mineração**. BDMG. Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais. Minas Gerais do século XXI. Belo Horizonte: Rona, 2002. v.5.

PEDROSA-SOARES, A.C.; DARDENNE, M.A.; HASUI, Y.; CASTRO, F.D.C. de; CARVALHO, M.V.A de. **Nota explicatória dos mapas geológico, metalogenético e de ocorrências minerais do Estado de Minas Gerais - escala 1:1.000.000** – Belo Horizonte: COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais, 1994.

REBELO, A. M. A. *et al.* **Anomalias geoquímicas de U e Th, solos residuais e geoformas em paisagens tropicais úmidas sobre granito**. Disponível em: <<http://calvados.c3sl.ufpr.br/geociencias/include/getdoc.php?id=177&article=75&mode=pdf>> acesso em: ago/2007.

REIS, R. L. G. CBA - Mirai deverá produzir bauxita ainda em 2007. **Revista Brasil Mineral**. nº 265. págs. 64- 68, ag. de 2007.

Exclusivo: 200 maiores minas brasileiras. Mina de São Lourenço – Itamarati de Minas (MG). **Revista Minérios e Minerales**. Ano XXXI. nº 298, p.98-99, ag. de 2007.

ROMANO, A. W.; CASTAÑEDA, C. A tectônica distensiva pós-mesozóica no condicionamento dos depósitos de bauxita da Zona da Mata Mineira. Belo Horizonte, **Geonomos**, v. XIV, nº 1 e 2. p. 1-5, 2006.

ROTHMAN, F. D. A Luta da Comissão dos Atingidos pela Mineração contra a Bauxita e a favor da Agricultura Familiar na Zona da Mata – MG. 31º Encontro Anual da ANPOCS. Caxambu, 2007.

SANTOS, M. **Economia Espacial: Críticas e Alternativas**. 2ª edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003 (Coleção Milton Santos, 3). 204 p.

SOUZA, J. J. L.L; WERNECK, B. R. A influência da Globalização no processo de Avaliação de Impactos Ambientais em países de Terceiro Mundo: O caso da mineração no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11, 2005. **Anais...** São Paulo: DG/FFLCH/USP. Setembro de 2005. Cd-rom.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia Física e Geomorfologia: uma (re) leitura**. Ijuí: Editora Unijuí, 2002. 112 p.

TEIXEIRA, N. S.; LIMA, M. H. R. **A indústria do alumínio primário no Brasil: perspectivas de relações comerciais com a China.** Disponível em: <[http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie\\_anais\\_XI\\_iic\\_2003/22\\_Nilo\\_JIC\\_2003.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XI_iic_2003/22_Nilo_JIC_2003.pdf)> Acesso em 19 de novembro de 2007.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 568p.

VITTE, A. C. Considerações sobre a teoria da *etchplanação* e sua aplicação nos estudos das formas de relevo nas regiões tropicais quentes e úmidas. São Paulo: **Terra Livre**, nº 16, p. 11-24, 2001.