JOEL BARBUJANI SIGOLO

GEOLOGIA DE DEPÓSITOS RESIDUAIS BAUXÍTICOS
NA REGIÃO DE LAVRINHAS-SP E SUA VIABILIDADE
ECONÔMICA

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005647

T 454
2.2

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências da Universidade de
São Paulo.

Orientador:

Prof. Dr. Evaristo Ribeiro Filho

SÃO PAULO
1979

À minha esposa

Rosângela

À minha filha

Josiely

ÍNDICE

RESUMO

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - LOCALIZAÇÃO, ACESSOS, GEOGRAFIA E FISIOGRAFIA	1
1.2 - HISTÓRICO	5
1.3 - OBJETIVO	6
2 - TRABALHOS ANTERIORES	8
3 - METODOLOGIA	11
3.1 - MAPEAMENTO	11
3.2 - ANÁLISES QUÍMICAS	13
3.3 - PETROGRAFIA	14
3.3.1 - PETROGRAFIA DOS BAUXITOS	14
3.3.2 - ROCHAS	15
3.4 - AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE MINÉRIO E ESTÉRIL	16
3.5 - DIFRATOGRAMAS DE RAIO X	17
3.6 - FOTOMICROGRAFIAS	18
4 - GEOLOGIA REGIONAL	19
5 - GEOLOGIA LOCAL	23
5.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	23
5.2 - ROCHAS METAMÓRFICAS DO EMBASAMENTO	28
5.2.1 - GNAISSES PORFIROBLÁSTICOS	28
5.3 - ÍGNEAS ALCALINAS	39
5.4 - SEDIMENTOS	41

	11
5.5 - ESTRUTURAS	47
5.5.1 - ESTRUTURAS DE CARÁTER TECTÔNICO	47
5.5.2 - ESTRUTURAS DE CARÁTER GEOMORFOLÓGICO	49
5.6 - PROPOSIÇÃO PARA A EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA	55
6 - GEOLOGIA ECONÔMICA	62
6.1 - O MINÉRIO	62
6.1.1 - DEFINIÇÃO DOS TERMOS UTILIZADOS	62
6.1.2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS BAUXITOS	71
6.1.3 - TEXTURAS	77
6.1.4 - CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA	81
6.2 - OS JAZIMENTOS	86
6.2.1 - DISTRIBUIÇÃO	86
6.2.2 - FATORES CONTROLADORES DA OCORRÊNCIA DOS JAZIMENTOS	88
6.2.2.1 - NATUREZA DA ROCHA FORMADORA	88
6.2.2.2 - EFEITOS TECTÔNICOS QUE ANTECE- DERAM E PROCEDERAM À FORMAÇÃO DOS JAZIMENTOS	89
6.2.2.3 - VARIAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E EFEITOS MICROCLIMÁTICOS ATUAIS	92
6.2.3 - TIPOS DE DEPÓSITOS	94
6.3 - A JAZIDA DA SEDE	104
7 - RESERVAS E VIABILIDADE ECONÔMICA	115
8 - CONSIDERAÇÕES GENÉTICAS	143
9 - CONCLUSÕES	158

	iii
10 - AGRADECIMENTOS	161
11 - BIBLIOGRAFIA	164

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1	2
Figura 2	3
Figura 3	22
Figura 4	60
Figura 5	61
Figura 6	61
Figura 7	61
Figura 8	102
Figura 9	103
Figura 10	112
Figura 11	113
Figura 12	114
Figura 13	144
Figura 14	147

TABELAS

1 - Composição modal	40
2 - Proposição para coluna estratigráfica da área	46
3 - Análises químicas em base calcinada de minério bau- xítico de Lavrinhas, SP	75
4 - Análises químicas em base "In Natura"	78
5 - Difractogramas de Raios-X	85
6 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Pedrinhas Leste	120
7 - Análises químicas "In Natura" da Jazida Pedrinhas Leste	121
8 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Manoel Joaquim II	122
9 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Manoel Joaquim I	
10 - Análises químicas em base calcinada da Jazida Manoel Joaquim I	123

11 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Olício	124
12 - Análises químicas em base calcinada da Jazida do Olício	125
13 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida do Córrego Seco	126
14 - Análises químicas em base calcinada da Jazida do Córrego Seco	127
15 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Morro do Curral	128
16 - Análises químicas em base calcinada da Jazida Morro do Curral	128
17 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Sede Norte	129
18 - Análises químicas em base calcinada da Jazida Sede Norte	130
19 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Pedrinhas Norte	131
20 - Análises químicas em base calcinada da Jazida Pedrinhas Norte	132
21 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Pedrinhas Oeste	133
22 - Análises químicas "In Natura" da Jazida Pedrinhas Oeste	134
23 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Campo de Futebol II	135
24 - Análises químicas em base calcinada da Jazida Campo de Futebol II	136
25 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Campo de Futebol I	137
26 - Análises químicas em base calcinada da Jazida Campo de Futebol I	138
27 - Cálculo da tonelagem medida da Jazida Pedrinhas B	139
28 - Análises químicas em base calcinada da Jazida Pedrinhas B	140
29 - Tabela geral dos corpos avaliados	141

FOTOMICROGRAFIAS

1 - Microclina de duas gerações com variação granulométrica sensível entre as gerações distintas. Nicóis cruzados. Aumento de 18 X	170
2 - Sillimanita gnaiss com proeminente orientação dos cristais aciculares de sillimanita. Nicóis semi cruzados. Aumento de 35 X	170
3 - Textura mirmequítica em quartzito, proporcionada pela inclusão de mica do tipo fengita em cristais de quartzo. Nicóis cruzados. Aumento de 224 X	171

- 4 - Nefelina sienito com destaque considerável aos cristais do feldspatóide. Nicóis cruzados. Aumento de 18 X 171
- 5 - Textura coloforme desenvolvida por hidróxidos de ferro, associados ao minério bauxítico. Nicóis descruzados. Aumento 70 X 172
- 6 - Reticulado de gibbsita formado a partir da alteração e lixiviação de feldspato, com formação e deposição de gibbsita nas cavidades criadas pela lixiviação. Nicóis descruzados. Aumento 70 X 172
- 7 - Amígdala envolvida por gibbsita e preenchida por camada de hidróxidos de ferro e gibbsita em sucessão contínua. Nicóis descruzados. Aumento 30 X 173
- 8 - Cristais de quartzo aprisionados em amígdalas formadas por gibbsita microcristalina. Nicóis cruzados. Aumento de 18 X 173
- 9 - Substituição pseudomórfica de hidróxidos de ferro em textura reliquiar de cristal de titanita no minério bauxítico. Nicóis descruzados. Aumento de 10 X 174
- 10 - Gibbsita em disposição reticular, em minério bauxítico do tipo granular, em processo de bauxitização direta. Nicóis descruzados. Aumento de 40 X 174
- 11 - Paralelismo criado pelo preenchimento de cristais de gibbsita em cavidades, associadas a minerais opacos. Nicóis cruzados. Aumento de 40 X 175
- 12 - Preenchimento de gibbsita segundo plano de clivagem de feldspatos que constituem a rocha mãe formadora do bauxito. Nicóis descruzados. Aumento de 18 X 175
- 13 - Textura coloforme evidenciada por gibbsita em amostra de minério do tipo concrecionário. Nicóis descruzados. Aumento de 70 X 176
- 14 - Textura em esqueleto em minério bauxítico, com expressiva retilidade na deposição. Nicóis descruzados. Aumento de 45 X 176
- 15 - Agregados fibro radiados de cristalitos de gibbsita em bauxito do tipo compacto. Nicóis descruzados. Aumento de 107 X 177
- 16 - Cristais de gibbsita microcristalina em cavidades, sob a forma de "micro druzas". Nicóis parcialmente cruzados. Aumento de 176 X 177
- 17 - Nefelina sienito em fase de alteração destacando fragmentos dos cristais de sua composição ao longo de seus planos de clivagens. Nicóis cruzados. Aumento de 18 X 178

FOTOGRAFIAS

- 1 - Recobrimento fotográfico parcial da área, envolvendo os tálus argilosos químicos e tálus argilosos físicos com o embasamento e o Maciço Alcalino de Passa Quatro 179
- 2 - Cascalheira no Ribeirão do Braço, próximo de sua confluência com o Rio Jacu, distante do Maciço Alcalino de Passa Quatro, cerca de 16 km 180
- 3 - Fraturamento em quartzito no caminho da Fazenda Mato Quieto para o Jazimento do Olício 180
- 4 - Matakão de bauxito imerso em matriz argilosa aluminosa ou bauxítica. Possui as mesmas características do minério do tipo miúdo concrecionário 181
- 5 - Matakão parcialmente bauxitizado, com alteração do tipo esfoliar, formando minério bauxítico do tipo poroso e friável. Afloramento na Jazida da Sede 182
- 6 - Argila altamente aluminosa, associada a minério bauxítico do tipo miúdo concrecionário. Afloramento a NE da Jazida da Sede 183
- 7 - Bloco de nefelina sienito, associado ao tálus argiloso químico, localizado em área onde predomina intemperismo químico. Afloramento na Jazida da Sede 183
- 8 - Nível de base em associação com seixos arredondados de quartzito, imersos em matriz caulinítica. Afloramento na Jazida da Sede 184
- 9 - Seixos de quartzito semi estratificado, coletados no nível de base da Jazida da Sede. Fazenda Mato Quieto 184
- 10 - Seixo de "brecha de tálus" e de argila caulinítica, aglomerando seixos de bauxito. Amostras obtidas no nível de base da Jazida da Sede 185
- 11 - Formação de semi peneplanos por jazimentos de bauxito, associados ao tálus. Afloramento próximo ao Rio Claro, Município de Queluz 185
- 12 - Tálus argiloso físico, em contato com o embasamento e ocupando todo o vale de inundação do Ribeirão do Braço. Caminho para a Capela do Jacu 186
- 13 - Minério bauxítico do tipo concrecionário, com camada externa mais densa e pouco porosa e núcleo de bauxito friável e poroso. Jazida da Sede 186
- 14 - Minério miúdo bauxítico remobilizado, formando estruturas do tipo vermicular. Amostras coletadas na Jazida da Sede 187
- 15 - Jazida do Olício, encaixado em rochas do Maciço Alcalino de Passa Quatro, formando "cone de dejeção", cujas fraldas tocam rochas do embasamento. Fazenda Mato Quieto 187

- 16 - Jazida das Pedrinhas B com matacões de rochas alcali
nas de grandes proporções preenchendo os vales da
drenagem adjacente. O jazimento do caso não denota
semi peneplanização 188
- 17 - Contato entre camada mineralizada (tálus argiloso quí
mico) e rocha do embasamento (gnaisse porfiroblásti-
co) na Jazida da Sede 188
- 18 - Contato brusco do gnaisse porfiroblástico (G) com a
camada mineralizada (T), com ocorrência de argila cau
linítica associada. Afloramento na Jazida da Sede 189
- 19 - Camada mineralizada em minério miúdo concrecionário
em contato brusco com rocha do embasamento. Aflora
mento na Jazida da Sede 189
- 20 - Camada superficial de concentração de minério miúdo
concrecionário em concentração excepcional para a
área. Afloramento na Jazida da Sede 190

RESUMO

O trabalho em apreço faz parte de um estudo geológico de uma região bauxitizada no município de Lavrinhas no nordeste do Estado de São Paulo. Nesta área ocorrem vários depósitos bauxíticos, cujas rochas encaixantes estão representadas por rochas metamórficas pertencentes ao Grupo Paraíba do Sul e rochas ígneas alcalinas pertencentes ao Maciço Alcalino de Passa Quatro.

A região mineralizada compreende uma faixa com cerca de 43 quilômetros circunscrevendo os Maciços Alcalinos de Passa Quatro e Itatiaia, bem como uma zona situada sobre os maciços, principalmente o de Passa Quatro.

O acesso à área da Fazenda Mato Quietto - região básica deste estudo - se faz por rodovia principal que liga a cidade de Cruzeiro a de Lavrinhas, seguindo-se por estrada secundária que a liga ao distrito de Pinheiros para finalmente alcançar a Fazenda Mato Quietto, a qual dista cerca de 16 quilômetros de Cruzeiro em linha reta.

As rochas metamórficas encaixantes da mineralização referidas como pertencentes ao Pré-Cambriano médio e superior, podem ser distinguidas em duas seqüências, a primeira e inferior, representada por gnaisses porfiroblásticos, granada gnaisses, sillimanita gnaisses e biotita-hornblenda gnaisses e, a segunda e superior, encontra-se representada por biotita gnaisses, quartzo-biotita xistos, quartzitos e migmatitos.

As rochas alcalinas têm idade presumível Mesozóica (fins do Cretáceo).

Os jazimentos bauxíticos estão associados a depósitos de talude, com idade Terciária, constituídos de material eluvionar, oriundo de rochas alcalinas e, em parcela menos expressiva, de rochas pertencentes ao embasamento cristalino.

Alguns dos jazimentos ocorrem como colúvios, sob a forma de cones de dejeção, encaixados no próprio Maciço Alcalino de Passa Quatro. Outros encontram-se sob a forma eluvionar.

Os jazimentos associados aos tálus e coluviões sobre o maciço, na forma de cones de dejeção, podem ser classificados como jazimentos alóctones, enquanto que os depósitos eluvionares podem ser classificados como jazimentos autóctones.

A colocação dos depósitos residuais alóctones foi dita da em consoante com os efeitos tectônicos que se fizeram presentes na formação do Gráben do Paraíba do Sul, favorecendo a movimentação de grande volume de eluviões já mineralizados, com sua posterior distribuição por sobre rochas metamórficas, não possuindo, dessa forma relação genética com os depósitos bauxíticos.

Acredita-se que a formação destes depósitos corresponde a um processo de bauxitização que precedeu a formação do Gráben do Paraíba do Sul, havendo predominância do processo de bauxitização direta o qual perdura até os dias atuais, embora já com predominância de bauxitização indireta.

A existência de dois períodos de bauxitização proporcionou a formação de diferentes tipos de minério. A bauxitização direta favorece essencialmente a formação do minério gráudo totalmente bauxitizado ou parcialmente bauxitizado, enquanto que a bauxitização indireta favorece a formação do minério miúdo concrecionário e remobilizado. O primeiro processo precedeu aos eventos tectônicos que culminaram com a origem do Gráben do Paraíba do Sul, e o segundo processo tornou-se predominante, após o estabelecimento do gráben.

O comportamento espacial dos corpos mineralizados não apresenta disposição geométrica definida, razão pela qual estão classificados como do tipo amas.

Os corpos mineralizados, embora contendo pequenas reservas (em torno de 200 000 toneladas métricas), poderão ser explotados, posto que no total, as reservas atingem mais de 1,5 milhões de toneladas métricas, o que aliado a localização dos depósitos e a excelente qualidade do minério permitem seu aproveitamento econômico.

INTRODUÇÃO

1.1 - LOCALIZAÇÃO, ACESSOS, GEOGRAFIA E FISIOGRAFIA

A área objeto deste trabalho localiza-se na porção nordeste do Estado de São Paulo, na zona de confluência tríplice dos limites interestaduais de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, como pode ser observado pela Figura 1.

Uma porção da área pertence ao município de Lavrinhas e a outra ao município de Queluz, distando da sede do primeiro cerca de 12 km e do segundo, aproximadamente 30 km, quando se utiliza as vias de acesso indicadas na Figura 2. A partir da sede do município de Cruzeiro, a área dista 16 km, no sentido Cruzeiro-Lavrinhas, devendo-se na altura da ponte sobre o Rio Jacu, tomar o acesso à esquerda, no sentido indicado, dirigindo-se à localidade de Pinheiros. A partir daí, segue-se por estrada em cascalhada até a primeira confluência de estradas, onde, à esquerda, tem-se o acesso à localidade denominada Capela do Jacu, e, à direita, o acesso ao Sítio Boa Vista e Fazenda Mato Quieto (Figura 2).

A região encontra-se limitada pelo retângulo formado pelos paralelos $22^{\circ} 27'$ e $22^{\circ} 33'$ de latitude sul e os meridianos $44^{\circ} 50'$ e $44^{\circ} 55'$ de longitude. Dentro da área que compreende a Fazenda Mato Quieto, são encontradas várias zonas mineralizadas, tais como a Jazida da Sede, Jazida do Olício, Jazidas do Campo de Futebol I e II, Jazida Pedrinhas Oeste, entre outras. De todas estas, apenas a Jazida da Sede vem sendo lavrada, enquanto as outras estão sendo pesquisadas. Esta porção da área, que pertence ao município de Lavrinhas, vem sendo trabalhada pela Companhia Carborundum do Brasil Ltda., sob o nome de Mineração Lavrinhas Ltda., a qual calcina o minério obtido no próprio local.

A outra parte, pertencente ao município de Queluz, bem como a parte situada além da Serra da Mantiqueira, nos municípios de Itanhandú e Passa Quatro, no Estado de Minas Gerais, vêm sendo pesquisada pela Companhia Brasileira de Alumínio.

Figura 1 - Mapa de Localização

Figura 2 - Mapa de Localização

	Área mapeada geologicamente na escala 1:1.000
(Jazida da Sede)
	Área mapeada geologicamente na escala 1:10.000
	Área mapeada geologicamente na escala 1:25.000

A área focalizada na presente dissertação engloba a Fazenda Mato Quieto e adjacências.

O acesso às jazidas da área mencionada é em parte dificultado pelo elevado gradiente topográfico, bem como pelo tipo de solo, que ora é extremamente argiloso, ora bastante rochoso, dificultando sobremaneira o desenvolvimento de estradas que permitam alcançar as zonas mineralizadas.

A região tem como pontos geográficos dominantes, a Serra da Mantiqueira por um lado e por outro a Serra da Bocaina, a qual é expressão local da Serra do Mar. A zona intermediária entre elas é ocupada pelo Vale do Paraíba, o qual se estende segundo a direção SW-NE. Ao pé da Serra da Mantiqueira é que se encontram as zonas de tálus bauxitizados.

Na área mapeada a cota mínima é de 580 metros acima do nível do mar e a máxima é dada pelo Pico Agudo com 1 583 metros. A rede de drenagem da região encontra-se colocada dentro da subdivisão hidrográfica denominada de Bacias do Leste e tem como bacia principal a do Rio Paraíba do Sul. Na área mapeada, a drenagem se faz pelo Córrego do Bracinho e pelo Ribeirão do Braço que têm suas nascentes na Serra da Mantiqueira e são drenagens de 2ª e 1ª ordens, respectivamente, do Rio Jacu, afluente do Rio Paraíba do Sul. Tanto o Ribeirão do Braço como o Córrego do Bracinho são drenagens jovens e estão situadas na zona central da área mapeada. Na porção NE da área a drenagem é feita pelo Rio Espírito Santo e pelo Rio Claro. O primeiro como afluente do segundo e este como afluente do Rio Paraíba do Sul. Na porção NW da área a drenagem se desenvolve principalmente pelo Córrego do Pico Agudo, afluente do Rio Jacu.

O clima da região é sub-tropical e possui regime de chuvas caracterizado como intermitente, com períodos de concentração nas estações primavera-verão, mais predominantemente nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. O índice de precipitação pluviométrica é da ordem de 1 310,5 mm ao ano, com temperaturas médias máximas de 25,4° C e com média mínima da ordem de 14,3° C. A umidade relativa do ar média é de cer

ca de 83% (DAEE, 1976).

1.2 - HISTÓRICO

As informações sobre a evolução histórica dos jazimentos estão calcadas em compilações fornecidas por PINTO (1938b) e por informações verbais do proprietário da Fazenda Mato Quieto. O atual proprietário foi quem primeiro extraiu o minério ali existente.

A descoberta de bauxito na área da Fazenda data de 1961, ocorreu ao acaso, principalmente por curiosidade do proprietário. Este quando em visita a Itatiaia observou a explotação de bauxito ali existente, usado para produção de sulfato de alumínio. Obtendo amostras de minério, comparou-as com material semelhante existente em sua propriedade e observou similaridade muito grande. Isto o induziu a fazer uma análise química para averiguação. Constatada a existência do bauxito, a Quimirial (Química, minérios de Alumínio S.A.) interessou-se e incentivou o proprietário a extrair o bauxito existente em sua fazenda, com o fito de abastecer-se de matéria prima, para o fabrico de sulfato de alumínio.

A duração dos trabalhos não ultrapassou um ano, ficando paralizada a extração de 1962 a 1965, quando o proprietário instalou a CIMIL (Comércio Indústria de Minerais Ltda.) para o fabrico de sulfato de alumínio. Daí até 1972 a exploração foi sendo feita aleatoriamente a fim de suprir a demanda no fabrico de sulfato pela CIMIL. Nesse mesmo ano o proprietário instalou um forno à lenha tipo "caieiras", para calcinação do bauxito. Na mesma época introduziu alguns equipamentos para tratamento e beneficiamento do minério. De 1972 a 1974 toda a produção de bauxito obtida na área da Fazenda Mato Quieto era parte, remetida para a CIMIL sob a forma de bauxito bruto e parte calcinada e remetida para consumo da Rebolos Brasil S.A. e da Carborundum do Brasil S.A., onde era utilizada para o fabrico de abrasivos

com base em óxidos de alumínio. Em 1974 foi instalado um forno rotativo, com calcinador a óleo, período em que o proprietário passou a fornecer parte da produção à Norton do Brasil S.A.

Atualmente a área está arrendada pela Carborundum do Brasil Ltda., que vem desenvolvendo novas pesquisas.

1.3 - OBJETIVO

O conhecimento das rochas alcalinas dos maciços de Itatiaia e de Passa Quatro têm sido amplamente referidos na literatura geológica, e não são poucas as publicações que têm como título, ou mesmo como citação estes dois maciços alcalinos. A formação do bauxito a partir de rochas alcalinas no Brasil já é amplamente conhecida. O exemplo mais típico é o dado pelo Maciço Alcalino de Poços de Caldas (SANTOS, 1937; TEIXEIRA, 1937; PINTO, 1938a; WEBER, 1959 entre outros). O conhecimento da existência de bauxito localizado nos maciços alcalinos de Passa Quatro e do Itatiaia foi mencionado por PINTO (1938b). Outros trabalhos foram publicados, tendo como referência estes maciços, versando ora sobre o conhecimento petrográfico e geológico, ora sobre a geologia regional, bem como sobre uma provável glaciação na área. Embora citado em algumas publicações, o bauxito ainda não foi suficientemente estudado no sentido de tentar estabelecer as relações entre a sua ocorrência com as rochas alcalinas. Não se encontram publicações que façam alusão a um estudo mais pormenorizado, conforme acontece com ocorrências similares em Poços de Caldas (MG) e Lages (SC).

Mais recentemente é que as áreas dos maciços de Passa Quatro e do Itatiaia têm sido alvo de inúmeros pedidos de pesquisa para bauxito. Algumas companhias particulares, ligadas diretamente à industrialização do bauxito, vêm realizando intensas pesquisas na área. Segundo informações verbais, consta que a C.B.A. já cubou cerca de 7 milhões de toneladas de minério de bauxito em áreas requeridas por esta companhia, em jazimentos associados ao Maciço Alcalino de Passa Quatro, compreendendo os municípios de Passa Quatro, Itanhandú e Itamonte.

Embora se tenha conhecimento da existência das concentrações através de informações verbais e esparsas, não se tem ainda informações fundamentadas em pesquisa sistemática, quanto aos tipos de jazimentos, seus teores, tipos de minérios, minerais constituintes, processos genéticos de formação, para apenas citar alguns aspectos inexistentes ou pelo menos incompletos quanto ao conhecimento destes jazimentos.

Esta dissertação tem o propósito de fornecer subsídios geológicos a respeito da geologia local, de sua provável evolução geológica, da caracterização dos tipos de minérios e dos minerais de minério, dos tipos de jazimentos, de sua distribuição e dos fatores controladores de sua colocação, bem como dos processos genéticos envolvidos na formação destes jazimentos.

Este trabalho, em resumo, pretende por meio da investigação de campo e de laboratório definir as feições geolôgicas principais da área e caracterizar as ocorrências e mineralizações ali existentes.

2 - TRABALHOS ANTERIORES

Não há exatamente um trabalho que se refira aos depósitos bauxíticos da área estudada. O que existe é uma série de publicações, algumas especializadas, tratando, ou de um tema geológico específico, como o caso de ODMAN (1955), ou trabalhos mais generalizados como o de AB'SABER *et al.* (1956).

Os trabalhos acima mencionados, bem como outros que serão comentados no decorrer deste capítulo, são relativos às circunvizinhanças da área escolhida para assunto dessa dissertação de mestrado.

A primeira citação da existência de bauxito na região do Itatiaia foi mencionada por PINTO (1937), que evidencia a necessidade de prospecção da região do Itatiaia e adjacências, onde, à semelhança de Poços de Caldas, ocorre fácil laterização das rochas alcalinas, bem como sua bauxitização, sob condições especiais para o desenvolvimento de tais fenômenos.

É ainda PINTO (1938b) quem publica a primeira nota sobre a ocorrência de bauxito na região do Itatiaia, relacionando pela primeira vez as análises químicas do material coletado, bem como diagnostica sua forma "eluvional" de ocorrência, em meio a matriz argilosa. O autor tece algumas considerações genéticas, colocando tais assertivas sob um ponto de vista não definido, devido principalmente ao limitado conhecimento que dispunha sobre a origem dos bauxitos daquela área. Sugere que a formação dessas ocorrências seria consequência de mera laterização particular, ou de quimismo coloidal com laterização em processo. No decorrer do texto será visto que as considerações genéticas formuladas por PINTO, embora prematuras, são bastante coerentes com os resultados obtidos neste trabalho.

LAMEGO (1936) foi quem primeiro forneceu informações importantes acerca da geologia regional, principalmente, no que tange aos primeiros conhecimentos do Maciço Alcalino do Itatiaia. Determinou sua área de exposição, definiu sua altitude e caracterizou a provável variação de sílica do maciço, que aumentaria

das bordas para o centro. Segundo ela o maior teor em sílica no centro do maciço, fez com que o mesmo resistisse aos efeitos intempéricos atuantes na região.

Ainda com relação ao trabalho acima mencionado, importantes são as informações que o autor fornece a respeito das encaixantes do maciço. Embora não tenha seguido uma classificação petrográfica convencional, pode-se comparar as rochas por ele descritas com as que são observadas na área.

ODMAN (1955) apresenta alguns argumentos contrários às explicações dadas por RICH (1953), De MARTONE (1940) *in* ODMAN (1955), e outros quanto à existência de uma glaciação Pleistocênica no Itatiaia. Embora tenha feito poucas observações dada a escassez de tempo, ODMAN refuta a existência de tal glaciação, com base principalmente em que as cancelas existentes nos matacões são provocadas por intemperismo diferencial, citando exemplos similares no oeste da África. Alinhou também em seu raciocínio que as altitudes do Itatiaia não atendem as especificações de altitude relacionada à última glaciação, onde a linha de neve perene, posicionava-se entre 4 500 a 4 600 metros, e que o Itatiaia e mesmo picos mais altos da Serra da Mantiqueira têm altitudes que giram em torno de 2 800 e 3 000 metros.

Ainda sob o ponto de vista da geologia geral e regional, FREITAS (1956) tece considerações sobre a tectônica e geologia do Vale do Paraíba, discordando de REGO (1938, *in* FREITAS, 1956), segundo o qual o Vale do Paraíba ter-se-ia originado por erosão diferencial. Alinha o autor uma série de dados geolôgicos comprobatórios de que a formação do Vale do Paraíba teve fundamento tectônico.

AB'SABER *et al.* (1956) publicaram artigo fazendo alusão entre outros aspectos ao tectonismo e geomorfologia do Vale do Paraíba.

Em artigo mais específico, mas nem por isso de menor importância, EBERT (1960) volta a discutir o aspecto da glaciação na região do Itatiaia. É fundamental a explicação dada pelo au

tor quanto ao modo de transporte que os sedimentos de piemonte sofreram na região do Itatiaia, o qual ter-se-ia processado por meio de correntes de lama ou de gelo.

TEIXEIRA (1961) fez sucinto estudo sobre o relevo e padrão de drenagem na chaminé vulcânica do Itatiaia, relacionando a intrusão alcalina com as variações do padrão hidrográfico da região. Mostrou que inicialmente o padrão de drenagem era anelar e que, posteriormente, devido à intrusão alcalina do tipo "ring dike" surgiu um novo padrão com características anulares.

PENALVA (1967) fornece informações quanto à geologia da região do Itatiaia, caracterizando principalmente o maciço do ponto de vista tectônico.

RIBEIRO FILHO em 1967 publica um trabalho sobre a geologia e petrologia dos maciços alcalinos de Itatiaia e Passa Quatro de substancial importância para a elaboração desta dissertação.

CORDANI *et al.* (1974) fornecem importantes informações quanto à geologia da região de Cruzeiro e Cachoeira Paulista, com implicações fundamentais na compreensão da evolução tectônica do Vale do Paraíba. Esse trabalho orientou o mapeamento geológico regional e local da área desta dissertação.

Embora existam muitos outros trabalhos referentes às áreas circunvizinhas, deixamos de mencioná-los, em decorrência da abordagem encontrar-se à margem do que foi proposto discutir no presente trabalho.

3 - METODOLOGIA

3.1 - MAPEAMENTO

Os trabalhos de campo consistiram, em uma primeira fase, de um levantamento geológico preliminar na escala 1:25 000 utilizando-se fotos aéreas datadas de 1973 e obtidas pelo levantamento aerofotogramétrico da VASP. A seguir, como segunda fase dos trabalhos, passou-se ao mapeamento em escala 1:10 000, apoiado, inicialmente, sobre a interpretação de campo do levantamento aerofotogramétrico anterior, ao qual foram acrescentadas informações topográficas e geológicas. Após isto é que se definiu a geologia local. O mapeamento local referido nesta dissertação, diz respeito principalmente às observações das encostas do talus bauxítico e suas correspondências lito-estratigráficas e estruturais.

Na terceira e última fase, procedeu-se à confirmação das observações fotogeológicas no campo e à confecção do mapa geológico local definitivo, mostrado na Figura 4. Na área correspondente a este mapa foram elaborados perfis geológicos, tomando-se como mapa base as cartas topográficas em escala 1:50 000 do IBGE, denominadas, folhas de Cruzeiro e de Passa Quatro, datadas de 1974.

Foi realizado também mapeamento geológico local, em escala 1:2 500 de vários jazimentos de bauxito, cuja apresentação gráfica foi reduzida para a escala 1:10 000 (Figura 8), visando facilitar a impressão.

Ainda como trabalho de campo foi realizado um mapeamento de detalhe no jazimento denominado Jazida da Sede (Figura 10). Este mapeamento teve como objetivo caracterizar geologicamente a mineralização. Este mapeamento foi realizado com auxílio de poços distanciados entre si de 20 em 20 metros e alinhados ao longo de direções que permitissem apenas definir cortes geológicos nessa área (Figuras 11 e 12). Os trabalhos foram realizados na escala 1:1 000, utilizando-se carta topográfica com equi

distância de curvas de nível de 5 em 5 metros (Figura 10).

Os poços de exploração realizados nessa jazida atingiram profundidades que a segurança permitiu, tendo como diretriz principal a avaliação da zona mineralizada em bauxito.

O objetivo desse mapeamento foi o de se obter maiores informações geológicas e confirmar os critérios estabelecidos e posteriormente utilizados no mapeamento de detalhe realizado nos doze corpos mineralizados indicados na Figura 8. A delimitação e distribuição das linhas de contato foram feitas com base em informações obtidas por meio de poços cujas localizações obedeceram a uma malha com espaçamento de 50 metros quando possível.

As variações de espaçamentos na distribuição dos poços, nos jazimentos do Olício e do Campo de Futebol I e II, como também no jazimento do Córrego Seco, devem-se ao fato dos poços terem sido locados em trabalho que antecedeu a este. Embora não sejam totalmente adequados para uma avaliação dos jazimentos, em termos de volume e tonelagem, foram utilizados como fonte de informações geológicas.

As locações dos poços, e acidentes geográficos nas áreas mencionadas acima, bem como nas restantes, foram realizadas com caminhamento onde se utilizou trena e bússola, exceto na Jazida da Sede. Dessa forma tais locações podem apresentar para distância de 50 metros, erros que podem variar angularmente de 3° a 5° e linearmente de 4 a 7 metros.

A título de apresentação e facilidade de reprodução, todas as figuras correspondentes aos mapeamentos sofreram redução pelo método "xerox" nas seguintes proporções aproximadas:

Figura nº	Redução %
4	50
5	30
6	30
7	30
8	30
9	30
10	55
11	55
12	38

3.2 - ANÁLISES QUÍMICAS

Como todos os trabalhos que vêm sendo realizados na região estão voltados para o aproveitamento industrial do bauxito, foi difícil obter-se análises químicas completas dos minérios, minerais e rochas existentes na área em apreço, a não ser que fossem dirigidas para uma caracterização e aproveitamento imediato do bauxito como minério.

Também por ser esse um trabalho que está voltado em boa parte para o aspecto econômico, as diretrizes relacionadas ao aproveitamento econômico foram mantidas, procurando-se quando possível, obter-se análises que viessem a ajudar na elucidação dos problemas geológicos surgidos na elaboração deste trabalho.

As amostras coletadas e analisadas obedeceram aos seguintes critérios:

1) Nas zonas de pesquisas por poços, foram coletadas amostras de calha com 5 cm de largura e 5 cm de profundidade correspondendo aproximadamente a 5 kg de material. Nestes poços ainda foram coletadas amostras isoladas de bauxito para anãlises químicas, tanto em base calcinada como em base *in natura*. Também foram coletadas amostras isoladas da matriz argilosa dos bauxitos.

2) Na zona da Jazida da Sede foram distinguidos os vários tipos de minérios, sendo os mesmos selecionados, classificados e enviados para análises químicas, sendo os grupos predominantes separados como minério miúdo e minério graúdo. Algumas dessas amostras sofreram análises químicas em base *in natura* e em base calcinada.

3) Foram coletadas amostras de minério beneficiado e realizadas análises químicas no material lavado com dimensões de 6 e 2,5 polegadas, enquanto as de 2,5 até 1/4 de polegadas, sofreram análises químicas *in natura* e em base calcinada.

4) Finalmente um grande número de análises foi e é feita no bauxito calcinado, com vista a um controle de qualidade e aprimoramento do produto final.

Na maioria das amostras de minério foi dosado o valor percentual de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 e perda ao fogo e, em algumas, foi também dosado MnO_2 . Algumas amostras de rocha sofreram tratamento químico visando também dosar os valores percentuais dos compostos acima citados.

Os vários tipos de minérios existentes na área, após seleção e classificação, sofreram tratamento convencional para cálculo de peso específico e densidade aparente. A maioria das dosagens foi realizada pelo laboratório químico da Eletro Metalúrgica Abrasivos Salto Ltda., (EMAS), bem como as determinações de peso específico e densidade aparente. Uma parte dessas dosagens foi feita pelo laboratório químico da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) em Poços de Caldas.

3.3 - PETROGRAFIA

3.3.1 - PETROGRAFIA DOS BAUXITOS

As seções delgadas dos bauxitos foram realizadas pelo método convencional, utilizado para rochas. Tais seções foram observadas ao microscópio de luz refletida procurando-se definir

as seguintes feições:

1) Texturas e estruturas do material (minerais) alterado formador do bauxito e do bauxito em si, em suas várias formas de ocorrência.

2) Composição mineralógica.

3) Ordem de sucessão nas paragêneses minerais.

Os critérios gerais para determinação da ordem deposicional verificada nas seções dos bauxitos, estão fundamentados em BELINGA (1972). Tais critérios consistem principalmente de tipos de preenchimentos de poros, cavidades, amígdalas, microcanais e microcavidades de dissolução, microfraturas, microjuntas e microfissuras.

Muitas texturas descritas foram denominadas de acordo com as caracterizações apresentadas por EDWARDS (1960), em face do pequeno número de referências especializadas em texturas bauxíticas. Os relacionamentos petrográficos entre os bauxitos foram elucidados com auxílio dos trabalhos de ALLEN (1952), COMBES (1969) e GORDON *et al.* (1958).

3.3.2 - ROCHAS

As descrições petrográficas das rochas existentes na área foram feitas com base em HEINRICH (1956) e WILLIAMS, TURNER & GILBERT (1955). As identificações mineralógicas foram apoiadas em ROUBAULT (1963). Nas seções delgadas de rochas metamórficas, os cortes foram orientados utilizando-se seções perpendiculares à foliação e ou paralelos a ela. As amostras referentes às rochas alcalinas, formadoras do bauxito, foram obtidas de matacões existentes na área. Neste caso foi difícil obter-se amostra totalmente sã de tais rochas, posto que todas estavam parcialmente alteradas.

As descrições das rochas alcalinas tiveram como base um relacionamento comparativo macroscópico e microscópico com as alcalinas de Itatiaia e Passa Quatro, descritas por RIBEIRO

FILHO (1967).

A definição da composição modal das rochas obedeceu ao processo de contagem de pontos proposto e avaliado por CHAYES (1949) e CHAYES & FAIRBAIRN (1951). O número de pontos utilizados foi, sempre que possível, não inferior a mil. As descrições macroscópicas das rochas estudadas foram feitas também com base em WILLIAMS *et al.* (1955) e SPOCK (1962).

Os termos que definem a granulação como fina, média e grossa são dados pelo critério de avaliação de WILLIAMS *et al.* (1955) onde:

Fina:	diâmetros inferiores a 1 mm
Média:	diâmetros entre 1 mm e 0,5 cm
Grossa:	diâmetros entre 0,5 e 3 cm
Muito grossa:	diâmetros superiores a 3 cm

3.4 - AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE MINÉRIO E ESTÉRIL

Os valores dos percentuais de recuperação em volume de minério no tálus foram obtidos de dois modos práticos:

1) Contagens nas paredes de cada poço de pesquisa mineralizado.

2) Relação entre o volume de material retirado na lavra e o volume obtido de bauxito *in natura*.

No primeiro caso os valores numéricos de percentagem de recuperação foram dados por avaliação linear na zona mineralizada dos poços, separando o que era bauxito, do que era argila e rochas alcalinas parcialmente intemperizadas, sob a forma de matacões. O procedimento foi o seguinte: estendeu-se a treva na segunda a profundidade do poço, numa das paredes; inicia-se a contagem, apenas na parte que corresponde à zona de mineralização de bauxito, excluindo-se a capa e a zona da encaixante, feita a primeira contagem, inicia-se com idênticos critérios, a segunda, numa parede não contígua à primeira.

No final obtêm-se valores lineares em centímetros, correspondentes às zonas ocupadas, ao longo das paredes do poço, por matacões e seixos de alcalinas parcialmente intemperizadas, incluindo matacões e seixos de bauxito e argila. Com uma regra de três simples obtêm-se as percentagens em volume que cada material ocupa ao longo do comprimento total de cada poço.

Esse procedimento fornece um resultado estatístico da recuperação, em termos de percentagem em volume, de bauxito em cada poço e sua relação com o estéril, permitindo delimitar áreas com maiores volumes de bauxito em função da área de influência de cada poço.

No segundo caso, ou seja, na avaliação do volume de material explotado com relação ao volume de bauxito obtido, o trabalho é simples: durante o período de um dia mede-se o volume de material transportado pelos caminhões, para o lavador no setor de processamento de minério; no fim do qual calcula-se o volume de bauxito obtido nas esteiras das duas peneiras do lavador; a relação entre o volume de material transportado e o volume de bauxito lavado fornece o valor da recuperação para aquele dia. Essa operação é realizada mensalmente e a lavra é controlada por esse sistema há mais de um ano e meio.

3.5 - DIFRATOGRAMAS DE RAO X

Tais análises foram realizadas no Departamento de Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. As amostras analisadas foram separadas e preparadas no laboratório de raio X daquele departamento. A separação dos minerais foi efetuada após observações em seções delgadas, cuja finalidade foi verificar a necessidade ou não de um método mais eficaz no sentido de identificação do mineral estudado.

A dificuldade de identificação do mineral de alumínio, ao microscópio de luz polarizada, sugeria a necessidade de determinação por outro método. Apenas uma amostra identificada ao microscópio foi estudada também por difratometria, a título de con

firmação da identificação microscópica.

A separação do material foi efetuada a nível mesoscópico em amostras de minério já devidamente estudadas em seções delgadas. Aquelas que apresentassem dificuldades de identificação eram então destinadas à difratometria. As amostras eram então levadas ao moinho de bola e posteriormente lavadas e secadas, quando então sofriam separação granulométrica, utilizando-se a fração 200 "meshes" para difratometria.

As especificações técnicas do equipamento e de sua utilização foram:

Aparelho utilizado: Norelco

Tipo: vertical com tubo de cobre e filtro de níquel

Condições de operação: 35 Kw e 15 mA.

3.6 - FOTOMICROGRAFIAS

As fotomicrografias foram obtidas no laboratório de microscopia do Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, utilizando-se microscópio Zeiss, modelo "Ultraphot II", o qual forneceu fotografias em chapa rígida profissional de dimensões 9 x 12 cm.

4 - GEOLOGIA REGIONAL

Em vista do grande número de trabalhos que se referem à região, particularmente no que diz respeito à geologia regional, foi realizada uma compilação de publicações, consideradas de maior importância e que pudesse sob forma resumida fornecer uma visão geral da geologia regional.

Embora tais publicações não tenham ligação direta com o assunto proposto nesta dissertação, possuem ligação indireta efetiva na caracterização geológica da área.

A região pertence à rede de drenagem associada à Bacia do Rio Paraíba do Sul. Esta rede de drenagem possui dois divisores de água, a saber: Serra da Bocaina e Serra da Mantiqueira. O Rio Paraíba do Sul, drenagem principal, nasce na altura de Mogi das Cruzes, no Estado de São Paulo. É produto da confluência do Rio Paraibuna com o Paraitinga, no município de São Luiz do Paraitinga. O Rio Paraíba do Sul verte inicialmente no sentido leste-oeste, desviando-se para oeste-leste na região da Bacia sedimentar de Taubaté e, na altura do município de Resende, no Estado do Rio de Janeiro, muda para nordeste, tendo sua foz no norte deste Estado, no município de Campos.

As drenagens secundárias possuem suas nascentes nas serras denominadas anteriormente. Os rios cujas nascentes pertencem à Serra da Mantiqueira têm seus cursos predominantemente orientados de norte para sul conectando-se ao Rio Paraíba do Sul quase sempre de forma perpendicular. Os afluentes que vertem da Serra da Bocaina, seguem seu curso predominante de sul para norte.

A zona compreendida pela drenagem principal constitui-se de peneplanos com altitudes que oscilam em torno de 600 a 700 metros acima do nível do mar. Do lado norte dessa drenagem emerge a Serra da Mantiqueira, com altitudes que chegam a 2 800 metros acima do nível do mar. Do lado sul, a Serra da Bocaina ergue-se com altitudes superiores a 2 000 metros acima do nível

do mar.

A região pertence ao complexo tectônico denominado de Gráben do Paraíba do Sul, conforme ALMEIDA (1976). As litologias observadas neste gráben formam a chamada Faixa de Dobramentos Paraíba do Sul (ALMEIDA *et al.*, 1973). Tal faixa possui áreas bem desenvolvidas a este do Estado de São Paulo, sul de Minas Gerais e no Estado do Rio de Janeiro.

A Faixa de Dobramentos Paraíba do Sul apresenta grau de metamorfismo que varia das fácies anfibolito a granulito, com intensa influência de migmatização e granitização, produzida provavelmente durante o final do Precambriano (ALMEIDA *et al.*, 1973). Essa faixa é considerada, infraestrutura da Faixa de Dobramentos Ribeira (ALMEIDA *et al.*, 1973). Segundo ALMEIDA (1976), a Faixa de Dobramentos Paraíba do Sul originou-se no decorrer do Ciclo Transamazônico, com eventos de metamorfismo e granitização ocorrendo entre 1 800 a 2 000 m.a. A Faixa Ribeira, originária do Ciclo Brasileiro, é constituída de metassedimentos de fácies metamórfico que variam de xistos verdes a anfibolito, associados em parte a processos de migmatização e granitização.

Do evento da Reativação Wealdeniana, que afetou a plataforma brasileira no final do Mesozóico e Cenozóico (ALMEIDA, 1967), surgiram as bacias sedimentares e as fossas do Vale do Paraíba do Sul (FREITAS, 1953; AB'SABER, 1956; ALMEIDA, 1964), formadas pela elevação epirogênica, acompanhada da reativação de antigos falhamentos.

Os falhamentos iniciais formados provavelmente durante os Ciclos Transamazônico e Brasileiro, representaram zonas de fraqueza da crosta na região que durante a Reativação Wealdeniana, proporcionou a formação do gráben.

Durante o Terciário, período em que foi depositada a maior parte dos sedimentos das bacias pertencentes ao gráben, os falhamentos tiveram sua maior fase de atuação (CORDANI *et al.*, 1974; MELFI *et al.*, 1976). Há no entanto evidências de que estes falhamentos tenham sido reativados também em épocas mais recentes.

A seguir está anexado o esquema da evolução tectono-
-magmática da borda continental da Bacia de Santos, proposta por
ALMEIDA (1976), na qual inclui os estágios de evolução do Gráben
do Paraíba do Sul.

Figura 3 - Possível evolução tectono-magmática da borda continental da Bacia de Santos

5 - GEOLOGIA LOCAL

5.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em princípio pode-se separar as rochas da área mapeada em três grupos principais:

- 1) - Sedimentos
- 2) - Ígneas alcalinas
- 3) - Rochas metamórficas do embasamento

A melhor representatividade dos sedimentos se faz na forma de tálus que se estendem desde o extremo norte do mapa geológico da Figura 4, onde sotopõem-se às ígneas alcalinas, até ao extremo sul, onde jazem sobre o embasamento.

Essa distribuição pela área, dificultou a definição de critérios para o mapeamento de campo, uma vez que o próprio manto de intemperismo, que já era espesso, sofreu adição de mais uma camada de alguns metros de espessura, representada pelo tálus. Essa cobertura provocou enorme mascaramento nas feições geológicas subjacentes, de tal forma que mesmo estruturas como falhas, diáclases, fortemente impostas na área e claramente distinguíveis quando expostas, fossem encobertas por esse manto de tálus.

Embora as evidências fotogeológicas adotadas permitissem separar com relativa facilidade o material do tálus das restantes rochas, surgiu a dificuldade de se divisar os contatos que se faziam entre as rochas subjacentes ao tálus, pois além de serem graduais em certos casos, tectônicos em outros, como será visto, ficaram totalmente cobertos pelo tálus, em determinadas partes, impossibilitando assim uma identificação mais criteriosa e precisa dentro desse aspecto.

Pelo próprio mapa da Figura 4 pode ser visualizado a extensão do recobrimento resultante do tálus, o qual estende-se de norte a sul da área, numa faixa que se bifurca na porção central do mapa, seguindo um ramo para SE e outro para sudoeste,

este último acompanhando a drenagem ditada pelo Rio do Braço. O desvio para sudoeste foi imposto por um alto do embasamento provocado pelo Falhamento de Pinheiros (Figuras 5, 6 e 7). Em decorrência das características observadas nos trabalhos de campo, o tálus foi distinguido em dois tipos distintos: o tálus argiloso (Fotografia 1) e o tálus quartzoso (Figura 4). Ver definições dos termos utilizados no item 6.1.

O tálus argiloso é subdividido em dois tipos que são: tálus argiloso químico e tálus argiloso físico. Ao primeiro tipo, enquadra-se o tálus contendo as mineralizações, e ao segundo o mesmo tálus sem evidência de bauxito ou com evidência muito rara, denotando um grande estado de dissecamento erosivo, porém, com todas as características do tálus argiloso químico. O tálus físico se caracteriza por uma predominância da denudação física sobre o intemperismo químico.

Congêneres às variedades de tálus argiloso, encontram-se tálus formados de material do embasamento. Na porção noroeste, do mapa da Figura 4, encontra-se o melhor representante dessa variedade litológica, a qual foi denominada de tálus quartzoso.

Ainda como sedimentos encontram-se os aluviões associados diretamente às drenagens da área. Faz-se necessário lembrar que as drenagens são do tipo jovem, de forma que denotam aluviões pouco significativos em extensão areal, embora tenham sido assinalados no mapa geológico da Figura 4 e no da Figura 8.

Nas rochas do embasamento constituídas essencialmente de metamórficas, é que surgiram grandes dificuldades para o delineamento dos contatos geológicos das mesmas. Primeiro, porque as variedades observadas apresentavam-se na maioria das vezes intemperizadas, cobertas por uma capa de alteração relativamente espessa. Em segundo lugar, porque algumas unidades litológicas possuem pouca exposição areal, não permitindo sua inclusão no mapa geológico, a não ser que fosse de forma pontual, em vista da escala utilizada no mapa da Figura 4.

Esses caracteres foram melhor evidenciados onde a de limitação das unidades litológicas é mais precisa, como no caso do mapa da Figura 8, cuja escala é mais adequada para mostrar essas variações. Adicione-se a esses problemas o fato do embasamento apresentar-se fortemente tectonizado, o que se reflete numa representação de contatos geológicos do tipo tectônico en tre algumas unidades litológicas, em decorrência da presença de feições estruturais observadas nas mesmas.

Embora até o presente fossem destacadas inúmeras difi culdades, o ponto crucial do mapeamento não adveio de nenhuma das situações anteriores, mas sim do capeamento de tálus que se faz presente por quase toda a área.

Essa cobertura obriga, na maioria das vezes, a extra polação dos contatos geológicos dada a impossibilidade de obser var-se o delineamento para a rocha representada. Isso ocorreu e ocorre constantemente quando se procura mapear as rochas do embasamento na área e esbarra-se na cobertura dada pelos tálus.

Como rochas do embasamento são aqui incluídas a maio ria das rochas metamórficas identificadas na área, ou seja, os grupamentos dados por xistos, quartzitos, gnaisses e migmatitos. Alinham-se como gnaisses variedades de rochas desse tipo. Em vis ta do grande número de variedades optou-se por uma representa ção simples no mapa geológico da Figura 4. A variedade mais destacável é a dos gnaisses porfiroblásticos, seguida dos bio tita-gnaisses. Ao primeiro associam-se em pequenas distribui ções na área, granada gnaisses, sillimanita gnaisses e biotita-hornblenda gnaisses. Considerando que as três últimas varieda des expõem-se em pequenas áreas, decidiu-se não discriminã-las das outras, pelo menos na Figura 4. Adicione-se a isso mudan ças texturais e mineralógicas graduais nessas variedades, pro vocando extrema dificuldade de posicionamento definitivo do contato geológico que as separaria. Com a evolução tectônica que se deu na região para a formação do Gráben do Paraíba do Sul, essas variedades sofreram intensa alteração no seu posicio

namento, tornando-se assim extremamente difícil estabelecer a seqüência relativa das variedades litológicas e de suas unidades maiores. Tal situação é extensível às outras variedades metamórficas, ou seja: migmatitos, xistos e quartzitos.

Visando uma adequação no mapeamento geológico, ilustrado na Figura 4, os quartzitos existentes na área foram assinalados como quartzitos e xistos.

No entanto, no mapa da Figura 8 já foi possível inserir distinção entre essas rochas, como também uma distinção entre as variedades gnaíssicas. Considerando que nos quartzitos da área há uma grande variação mineralógica qualitativa, a estes, se fosse adotado o critério de definição de HEINRICH (1956) seriam classificados como biotita quartzitos, clorita-biotita quartzitos, biotita-feldspato quartzito entre outros.

No entanto para uma simplificação na elaboração do texto e mesmo para compreensão mais adequada das rochas existentes na área, preferiu-se classificá-las apenas como quartzito-biotita xistos, já que entre eles e os quartzitos a diferença se dá apenas por variação quantitativa da composição mineralógica. Assim no mapa geológico da Figura 4 essas rochas foram representadas com a mesma simbologia.

Como adendo deve-se salientar que nos poucos afloramentos observados dessas variedades litológicas, ficou clara a difícil distinção entre elas em campo. Somente ao microscópio pode-se distinguir as variedades quartzito e quartzito-biotita xisto. Insere-se ainda que não foi possível dentro de critérios confiáveis, uma separação por interpretação fotogeológica dessas rochas. Acredita-se pois que uma separação dessas rochas com base em trabalho de campo simples, associado à fotointerpretação geológica, pode levar a se incorrer em certa confusão quanto à distinção da variedade litológica a ser mapeada.

Em vista desses fatos optou-se por definir nos mapas geológicos apenas as variedades litológicas, dentre as duas anteriormente citadas (quartzitos e quartzito-biotita xistos), que per

mitissem a obtenção de amostras que se fizessem passíveis de confecção e estudo em seção delgada.

Quanto aos migmatitos os problemas de distinção ocorrem somente nos afloramentos que apresentam profundo grau de alteração.

As rochas alcalinas da área foram apenas classificadas como nefelina sienitos, embora tenham sido encontrados blocos de outras variedades, como tinguaito, sienitos, hornblenda sienitos e foiaitos. Foram observadas variedades muito semelhantes as descritas por RIBEIRO FILHO (1967).

Tanto no mapa da Figura 4 como no mapa da Figura 8, as alcalinas estão representadas por nefelina sienitos ou mais simplesmente como rochas ígneas alcalinas. Com estas variedades litológicas não houve dificuldades de separação das restantes, já que os critérios de campo, mais as características geomorfológicas e topográficas, permitiam fácil identificação, mesmo em fotografias aéreas, depois de definidos os critérios fotointerpretativos.

A seguir serão caracterizadas as variedades litológicas em suas unidades representadas nos mapas, com sua provável situação estratigráfica.

5.2 - ROCHAS METAMÓRFICAS DO EMBASAMENTO

GNAISSES

Há vários tipos de rochas gnáissicas na área. Os mais comuns são gnaisses porfiroblásticos e biotita gnaisses. Secundariamente foram diagnosticados granada gnaisses, sillimanita gnaisses e biotita-hornblenda gnaisses.

Tais variedades não deveriam ser enquadradas apenas como gnaisses porfiroblásticos, excetuando os biotita gnaisses. No entanto, não é objetivo aqui desenvolver-se pormenorizadamente o mapeamento da área, razão pela qual optou-se por uma simplificação. Dessa forma, todas variedades litológicas congêneres ao termo gnaisse foram representadas com um único símbolo no mapa geológico da Figura 4, embora no mapa da Figura 8 tenha sido tentada uma distinção entre essas variedades.

Algumas considerações sobre as rochas denominadas gnaissicas serão feitas a seguir:

5.2.1 - GNAISSES PORFIROBLÁSTICOS

Próximo à localidade de Pinheiros e a sudoeste dessa localidade são os pontos onde ocorrem os melhores afloramentos de gnaisses porfiroblásticos. A maioria está localizada na parte sul da área. Possuem foliação com mergulho relativamente constante, em média de 40° SE. Próximo ao Morro da Pinga também foram observados representantes dessa unidade litológica. Pela diversificação de variedades, pelo mascaramento estrutural, pela evolução intempérica sofrida e pela grande parte das exposições estarem cobertas pelo tálus argiloso, o significado do contato geológico, perde um pouco do seu grau de confiabilidade. Haja visto que nos poucos afloramentos passíveis de estudo, a feição de contatos gradacionais entre eles suscitava dúvidas quanto a uma separação litológica concreta. Sendo permitido apenas separações confiáveis quando os contatos se fazem entre litologias contrastantes.

Alie-se ao exposto acima o fato de existirem modificações mineralógicas qualitativas nos mesmos, pois em uma distância de pouco mais de 500 metros, entre as amostras AG 1 e G 11, (Tabela 1) observa-se que um dos gnaisses microscopicamente é um biotita gnaiss, sem vestígios de hornblenda e o outro é um biotita-hornblenda gnaiss, sendo que não há um contato geológico nítido separando ambas as variedades.

No entanto estas duas variedades mostram feição nitidamente porfiroblástica, com desenvolvimento dos cristais de microclina, alcançando dimensões máximas de 2,6 cm. Normalmente alinhados segundo a direção de foliação da rocha, ligeiramente perturbada.

Segundo foi observado, as ocorrências dos gnaisses porfiroblásticos restringem-se à zona sul do mapeamento, ou seja em cotas mais baixas topograficamente, quase próximas do leito do Rio Paraíba do Sul.

Na ponte sobre o Rio Jacu, no acesso que liga Crúzeiro a Lavrinhas, encontra-se boa exposição de granada gnaiss, com feições nítidas porfiroblásticas. Por se encontrar já fora da área de mapeamento preferiu-se deixá-lo sem maiores detalhes, já que não foram observadas outras variedades litológicas similares na área.

Microscopicamente os gnaisses porfiroblásticos apresentam quartzo, plagioclásio, microclina e biotita como minerais essenciais, ocorrendo em alguns casos muscovita, clorita e hornblenda.

Nos afloramentos observados, a rocha mostra-se maciça, com boa xistosidade. A feição porfiroblástica é dada principalmente por cristais de feldspato do tipo microclina, que normalmente ocorrem exibindo feições texturais que denotam a existência de duas gerações de microclina, notadamente nos cristais maiores (Fotomicrografia 1). Os cristais da segunda geração são menores. Esta feição de microclina é também notada no neossoma dos migmatitos.

Por sua similaridade com os gnaisses porfiroblásticos, mostrada anteriormente, foram incluídas nessa descrição as variedades sillimanita gnaisses e biotita-hornblenda gnaisses.

SILLIMANITA GNAISSES

Identificados apenas a oeste do Morro da Pinga, próximo à Fazenda Cabo do Machado, os sillimanita gnaisses parecem ter continuidade para noroeste, quando então são capeados por aluviões e pelo tálus quartzoso. Nas amostras, megascopicamente podem ser observados quartzo, feldspatos e micas predominantemente. A rocha é compacta, sem grandes vestígios de intemperização, e com os minerais não placóides dispostos irregularmente. Raramente sobressai um ou outro porfiroblasto de feldspato. Possui em geral cor clara. Em algumas amostras foi notado que, quando observado perpendicularmente à foliação dada pelos minerais micáceos, apresenta aspecto granitóide.

As micas que fornecem a foliação estão bem orientadas, e não formam camadas contínuas. Dispõem-se alternadamente segundo a direção de foliação. Na variedade litológica em apreço predomina textura lepidó-granoblástica, embora apareça algumas vezes textura nematoblástica.

Microscopicamente é grande a semelhança com os gnaisses porfiroblásticos. Como minerais predominantes observa-se quartzo, microclina e plagioclásio, ocorrendo eventualmente biotita. Associada com frequência nota-se sillimanita (Fotomicrografia 2), distribuída segundo o plano de foliação da rocha. A sillimanita com a biotita segundo análises reveladas através da composição modal, ocorrem na mesma proporção.

Algumas das biotitas apresentam-se cloritizadas. Como acessórios alinham-se apatita, zircão e rutilo com outros opacos não identificados. São raras as muscovitas observadas. A orientação dada pelos cristais de sillimanita pode conferir à rocha textura nematoblástica.

BIOTITA-HORNBLENDA GNAISSES

Os biotita-hornblenda gnaisses afloram na parte oriental da área e têm continuidade na direção NNW. Essa variedade litológica também foi observada ao sul da sede do Sítio Boa Vista, e tudo leva a crer que a área correspondente a esse sítio, em direção a sudeste, deva ser toda constituída de biotita-hornblenda gnaisse. Infelizmente nesta área o manto de intemperismo mostra-se espesso e, em certos pontos, a rocha mostra-se alterada, impossibilitando assim obter amostras sãs, que permitissem a confecção de seções delgadas. Dessa forma não se pode dar melhor definição a todos os afloramentos naquele setor observados.

Os biotita-hornblenda gnaisses são preferencialmente de cor cinza clara, com bandamento nítido de minerais félsicos predominantes, com minerais máficos finamente distribuídos e orientados. Megascopicamente, nos bandamentos félsicos, destaca-se quartzo e feldspatos, os quais são inequigranulares. Nos bandamentos máficos, destaca-se biotita, muitas das quais visivelmente alteradas em vermiculita. Em determinados pontos pode-se observar porfiroblastos de quartzo que se apresentam quase sempre estirados formando facóides com diâmetros inferiores a 0,8 cm. Esses porfiroblastos distribuem-se segundo o plano de foliação produzindo alguma deformação no mesmo.

Algumas vezes essa rocha acha-se cortada por veios de quartzo leitoso de espessuras centimétricas. Tais veios interpõem-se discordantemente à foliação. As biotitas são responsáveis pela foliação da rocha e seu relacionamento com quartzo e feldspato fornecem textura que pode ser definida como lepidogranoblástica.

Microscopicamente a variedade possui como minerais essenciais, quartzo, plagioclásio, microclina e biotita, subsidiariamente hornblenda, a qual vem sempre acompanhada de biotita, esta em maior proporção. Comparativamente as biotitas e hornblenda são equigranulares.

Como acessórios destacam-se, apatita, zircão e opacos. Os cristais de quartzo das seções estudadas mostram com frequência estrutura mirmequítica, formada pela inclusão de mica do tipo fengita nos cristais de quartzo (Fotomicrografia 3). Nas seções estudadas é visível a predominância dos feldspatos potássicos sobre os feldspatos calco-sódicos. Muito raramente nota-se muscovita.

Com base nas descrições acima o autor é levado a opinar que os gnaisses porfiroblásticos foram formados em condições enérgicas de P e T. A existência de recristalização metamórfica, a associação com minerais como hornblenda, biotita, sillimanita e, em um único caso, granada, sugerem a inclusão das variedades de gnaisses porfiroblásticos em um fácies pelo menos anfibolito alto, em decorrência do aparecimento de sillimanita.

BIOTITA GNAISSES

Os biotita gnaisses na área encontram-se melhor representados nas imediações do Morro da Pinga (Figuras 4 e 8), estando associados aparentemente aos biotita-hornblenda gnaisses. Sua distinção principal é dada pela foliação marcante em todo o afloramento. Esses gnaisses são facilmente confundidos com os quartzo-biotita xistos. Em muitos afloramentos parcialmente alterados tem-se dificuldades em promover uma definição quanto a que variedade litológica pertence a rocha. Apenas com o desenvolvimento dos trabalhos de campo é que foi possível delinear os contatos duvidosos entre quartzo-biotita xistos e biotita gnaisses, observados nesses afloramentos.

Na parte nordeste da área mapeada esses gnaisses estão capeados pelo tálus argiloso. A evidência de que essas rochas prolongam-se por baixo do tálus foi dada pelos trabalhos de pesquisa, realizados no tálus, visando a exploração das ocorrências de bauxito.

Possuindo a maioria cor cinza escura, os biotita-gnaisses têm como minerais predominantes em análise megascópica, bio

tita, quartzo e feldspato. Muitas das biotitas estão visivelmente transformadas em vermiculita, nas amostras ligeiramente intemperizadas. Nas amostras estudadas, todos os minerais acima citados são equigranulares.

Muito raramente observa-se porfiroblastos de quartzo dispostos concordantemente com a foliação. A variedade litológica em questão possui foliação proeminente, dada principalmente pela disposição alternada de bandas muito delgadas que predominam quartzo e feldspato com bandas onde predomina biotita.

Essa feição é mais expressiva na área próxima à Capela do Jacu e no Morro da Pinga. Todos esses gnaisses mantêm orientação NE-SW com mergulhos moderados para SE.

No Morro da Pinga admite-se que esses gnaisses representem um estágio de evolução dos quartzo-biotita xistos. Tudo sugere, aliás, que tanto os quartzitos, pela presença de feldspato e mica em relativa abundância, como os quartzo-biotita xistos e biotita gnaisses possuam origem comum, em vista das similaridades macroscópicas e microscópicas dadas por estas variedades.

Com granulação de fina a média, os biotita gnaisses possuem texturas variadas, embora a maioria possa ser definida como lepidó-granoblástica. Microscopicamente seus caracteres texturais e mineralógicos são os mesmos dos quartzo-biotita xistos e dos quartzitos, com variações apenas quantitativas.

Quartzo, plagioclásio, microclina e biotita são minerais predominantes e assumem aspecto equigranular. Muito raramente observa-se alguma muscovita. Como acessórios foram notados, apatita, opacos, e zircão. Algumas das biotitas acham-se cloritizadas. Merece menção o fato de que poucos cristais de quartzo, nessa variedade, mostravam variação de sinal óptico. Apresentavam-se bem pouco fraturados, se comparados com aqueles de outras rochas metamórficas estudadas. Por outro lado, outras mostravam comportamento adverso ao descrito para o quartzo, pois além de biaxiais, exibiam proeminente extinção ondulante.

Em vista do acima exposto é assumido que os biotita-gnaisses tenham sido formados em condições metamórficas equivalentes aos gnaisses porfiroblásticos.

QUARTZITOS

No mapa geológico da Figura 4, as litologias denominadas quartzitos estão representadas como quartzo-biotita xistos, isto porque na maioria dos afloramentos visitados havia associação entre essas rochas, e a separação entre ambas se tornava difícil macroscopicamente. Muitos dos prováveis quartzo-biotita xistos possuíam teores de quartzo quase sempre superiores a 70%. Este fato, aliado à descrição dada por HEINRICH (1956) para quartzitos, sugere uma colocação dos mesmos como quartzitos e não como xistos.

Num único afloramento, próximo à confluência do Ribeirão do Braço com o Córrego do Bracinho, foi observado que o contato geológico que se dá nesse caso entre os quartzitos e os quartzo-biotita xistos é singularmente gradual. Isto sugerindo que a formação destas variedades é reflexo de uma variação no ambiente de sedimentação no período deposicional dessas unidades litológicas. Corrobora com isso a constância das intercalações quartzíticas associadas com quartzo-biotita xistos.

Em alguns casos, contatos geológicos do tipo tectônico são observados entre os quartzitos e as outras rochas, tal como o que ocorre próximo do Pico Agudo e se estende em direção à Toca do Lobo (direção preferencial NE-SW com mergulhos moderados para SE), já fora dos limites da área mapeada.

Apenas no mapa geológico da Figura 8 é que foi possível providenciar uma separação litológica entre essas variedades, face a escala utilizada. Isto posto, têm-se faixas de quartzitos intercaladas nos quartzo-biotita xistos, com formas muitas vezes lenticulares, com direção ENE-WSW e mergulhos em média de 40° para SE. No entanto uma melhor representatividade dessa rocha foi mascarada pela cobertura do tálus argiloso.

Macroscopicamente, as amostras mostram-se compactas, com coloração esbranquiçada, associada a matizes amarelados oriundos de capa de cobertura do tálus. Em alguns pontos mostram sinais de alteração, desagregando-se facilmente em areia fina. Quartzo é observado em abundância e, muitas vezes, mostra indícios de recristalização em grãos estirados e fortemente triturados, embora em amostra compacta.

Esses grãos de quartzo, em sua maioria, são equigraⁿulares com diâmetro médio de 0,5 mm. Secundariamente são ob^servados finos leitos de minerais micáceos e algum salpicamento de feldspatos já caulinizados. Os finos leitos de mica confe^rem à rocha, muitas vezes, foliação proeminente, no entanto es^te não é um caráter geral extensível a toda unidade focalizada. Nesses casos é que se torna difícil uma distinção entre quartzo-biotita xistos e quartzitos.

Em certos casos tais rochas mostram-se bastante fra^turadas, embora essa não seja feição predominante na área (Foto^grafia 3), observa-se um padrão definido de fraturamento próximo a zonas de falhamento realçado algumas vezes em conjunto pe^la presença de veios de quartzo sugerindo provável manifestação hidrotermal.

Microscopicamente esses quartzitos poderiam ser clas^sificados como biotita quartzitos, clorita-feldspato quartzito, clorita-biotita-feldspato quartzito, entre outros, segundo HEINRICH (1956). Estes quartzitos possuem em abundância quart^zo exibindo sinal óptico positivo em figura baixial. Denotam co^mumente extinção ondulante e estruturas do tipo "mortar". Não há dúvidas quanto a esforço tectônico exercido sobre esta rocha se considerarmos as informações dadas por ROUBAULT (1963).

Em grande parte das seções delgadas confeccionadas foi notada textura do tipo mirmequítica nos quartzos (Fotomicro^grafia 3). Essa textura é dada por micas do tipo fengita. As biotitas chegam a 1% da composição modal média das seções estu^dadas e as cloritas e raras vermiculitas notadas são provavel^l

mente alterações da primeira. Quando os minerais micáceos são mais abundantes, dão à rocha foliação. Alguns opacos observados nessa rocha também mostram-se orientados, segundo a foliação da da pelas micas. Os feldspatos notados são provavelmente microclina, embora na maioria das amostras estivessem caulinizados. Também é assinalada a presença de apatita, titanita e zircão.

QUARTZO-BIOTITA XISTOS

Freqüentemente associados aos quartzitos, os quartzo-biotita xistos muito a eles se assemelham no campo. São unidades litológicas freqüentemente ricas em quartzo. Possuem proeminente estrutura planar com direção preferencial NE-SW e, com mergulhos que oscilam entre 20° a 40° para ESE.

A melhor exposição dessa rocha foi verificada a nordeste do Jazimento Pedrinhas Leste (PL), (Figura 8). Outras exposições também mostram-se em boas condições de estudo como a SW do Morro da Pinga e na estrada que dá acesso aos Jazimentos Morro do Curral (MC) e Manoel Joaquim I e II (MJ I e MJ II), a noroeste do mapa da Figura 8.

Essas variedades litológicas revelam-se francamente foliadas por leitos ricos em biotita, com alternância de leitos predominantemente quartzosos e quartzo feldspáticos. Macroscopicamente são de cor cinza clara, e há, em determinados locais (Morro do Curral), forte tendência à biotitização. Possuem textura tendendo à média e os grãos minerais possuem dimensão de 0,5 a 1,5 mm.

Microscopicamente predominam quartzo e biotita (ver Tabela 1). Em certas amostras sobressaem feldspatos do tipo microclina e plagioclásio. Também notada a existência de muscovita em algumas seções. Nas seções de amostras sãs, algumas cloritas foram assinaladas. Nas seções dessa rocha que estavam parcialmente alteradas, a freqüência de cloritas era bem superior à das vermiculitas associadas, razão pela qual não foi feita descrição das amostras neste estado de alteração meteórica, já que

devido a isto os minerais não podiam ser seguramente identificados. Tal situação é freqüente na área.

Como acessórios foram identificados, opacos, apatita e zircão. Aqui como nos quartzitos foi notada a existência de estrutura mirmequítica entre os quartzos e mica do tipo fengita.

MIGMATITOS

Observados apenas na porção ocidental da área (Figura 4), os migmatitos foram distinguidos em vista da existência de faixas claras de minerais formados em uma fase presumivelmente mais nova (neossoma), com faixa de minerais escuros, de uma fase provavelmente mais antiga (paleossoma).

Se este critério fosse usado indiscriminadamente na área deveria ser incluído igualmente o gnaiss fitado. A classificação gnaiss fitado permanece devido a constância com que são observados em campo os bandamentos dos minerais máficos e félsicos nessa variedade litológica, distoando completamente das estruturas pouco orientadas dos migmatitos. Nos migmatitos não há orientação definida nos bandamentos, chegando muitas vezes a se notar no neossoma dobras do tipo ptigmáticas. Associado a esta feição, há que se considerar que tanto o bandamento máfico como o félsico dos gnaisses fitados aparentam ser contemporâneos.

A presença de afloramentos tipicamente graníticos, aliados a dobras de faixas de material escuro, sem uma orientação preferencial, mais os caracteres acima citados, corroboram com feições que não se coadunam com os caracteres evidenciados pelos gnaisses fitados, bem como o fato de não se conseguir identificar um provável paleossoma dos gnaisses fitados, associado com unidades litológicas mais antigas. A associação dos caracteres acima levaram a considerar as variedades litológicas portadoras das mesmas como migmatitos.

Macroscopicamente a espessura das bandas tanto do pa

leossoma como do neossoma é variável, ficando no entanto sempre próximas de dezenas de centímetros.

O neossoma é tipicamente granítico onde se destacam feldspatos róseos, entremeados de quartzo e algumas micas. Não há orientação aparente desses minerais e o relacionamento granulométrico entre os quartzos e feldspatos é do tipo equigranular.

O paleossoma desses migmatitos é variado e constituído de biotita-hornblenda gnaisses e, com relativa frequência, porfiroblastos anfibolíticos de até 10 cm de comprimento (nascente do Córrego do Pico Agudo, na parte ocidental dessa área).

Embora os quartzos e feldspatos sejam equigranulares, alguns afloramentos denotam subsidiariamente a existência de porfiroblastos desses dois minerais.

Ao microscópio o paleossoma variava em função da litologia que o representava. Apenas na área próxima à nascente do Rio Jacu, já no extremo noroeste, fora da área mapeada, foi observado um afloramento de migmatito, onde o paleossoma é tipicamente anfibolítico. O exame microscópico desse paleossoma mostrou proeminente semelhança aos porfiroblastos anfibolíticos encontrados em alguns gnaisses porfiroblásticos. Com predominância de biotita, associa-se hornblenda a esses porfiroblastos. Ambos minerais perfazem mais de 70% da constituição desse paleossoma e a biotita predomina sobre a hornblenda. A textura resultante é do tipo lépido-granoblástica. O relacionamento granulométrico entre ambos minerais é do tipo equigranular. Subsidiariamente aparece plagioclásio, opacos, apatita, quartzo e alguma microclina.

Ao microscópio o neossoma é constituído predominantemente de microclina, a qual mostra visível, como em alguns gnaisses porfiroblásticos, duas fases de formação (Fotomicrografia 1). Seguem-se em ordem de importância e como minerais essenciais quartzo, plagioclásio e em determinados casos, biotita. Alguns plagioclásios exibem feição micropertítica. Em todas as amostras analisadas foi detectada a presença de muscovita. Como acessórios destacam-se apatita, titanita, zircão e opacos.

5.3 - ÍGNEAS ALCALINAS

As rochas ígneas alcalinas são representadas na área pela intrusão do Maciço Alcalino de Passa Quatro, o qual se localiza a norte da área estudada. Não é objetivo desta dissertação fazer uma caracterização petrográfica, petrológica e estrutural do dado maciço. Mesmo porque este já foi alvo de estudo efetuado por outros autores (RIBEIRO FILHO, 1967 e PENALVA, 1967).

Sendo as rochas alcalinas as responsáveis diretas pelas mineralizações bauxíticas da área, achou-se por bem descrever a variedade predominante a qual supõe-se seja a rocha-mãe formadora do bauxito. O nefelina sienito é a variedade predominante, tanto na borda do Maciço Alcalino de Passa Quatro como rocha *in situ*, como sob a forma de matações dispersos no tálus argiloso. Macroscopicamente a variedade possui cor cinza clara, com granulação muito variável e textura tendendo a granular. Pode-se identificar a olho nu, pontuações de minerais máficos, constituídas de hornblenda, biotita ou de ambos numa mesma amostra. Vez ou outra destacam-se pontuações de cor caramelada, diagnosticada como titanita. São facilmente visíveis cristais anedrais de nefelina, com cor cinza clara, apresentando brilho vítreo embaçado. Aparentemente os cristais de titanita são euedrais e sempre em contato com os máficos. Os feldspatos destacam-se na massa em cristais euedrais com dimensões de 0,3 até 3 cm. Na média ficam em 0,5/0,6 cm. Nos cristais maiores foi observada geminação do tipo Carlsbad.

Microscopicamente sobressaem feldspatos potássicos representados por microperitita subidiomórfica a idiomórfica. Em ordem de importância, vêm as nefelinas, chegando a quase 20% da constituição da amostra (ver composição modal na Tabela 1).

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO MODAL

MINERAIS	MIGMATITOS				QUARTZITOS		GNAISSES PORFIROBLÁSTICOS				BIOTITA GNAISSE			NEFELINA SIENITO
	RG-1	RG-2	RG-3	RG-9	XD 9	XF 9	QG-1-a	QG-1-b	G-11	G-5	AG-10	BG-10	BG-7	MQ-4
Quartzo	26,8	29,6	23,6	4,4	98,2	95,7	22,3	31,5	37,0	30,4	37,5	43,9	32,6	-
Feldspato Potássico	41,3	38,7	41,1	3,6	-	-	45,7	35,8	10,6	43,7	36,3	35,7	32,1	-
Plagioclásio	27,3	22,8	20,6	2,4	0,4	0,6	14,5	18,5	25,3	19,6	0,8	0,9	15,3	0,9
Biotita	3,4	4,2	13,7	49,6	0,8	T*	7,3	4,2	18,1	4,2	19,3	13,4	19,7	1,7
Muscovita	-	2,2	-	-	-	-	2,4	2,8	-	-	3,4	1,0	T*	-
Hornblenda	-	-	-	35,7	-	-	-	-	6,2	-	-	-	-	2,8
Apatita	0,4	0,6	T*	0,6	-	-	0,4	0,5	2,0	1,0	2,3	2,4	T*	-
Zircão	0,6	0,3	T*	0,3	-	-	2,3	-	-	0,8	0,2	1,1	-	1,6
Titanita	-	-	T*	0,2	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	1,7
Opacos	0,2	T*	T*	1,2	0,6	T*	-	1,2	0,8	-	0,8	1,5	T*	-
Magnetita	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	6,9
Sillimanita	-	-	-	-	-	-	-	5,8	-	-	-	-	-	-
Clorita	-	-	-	-	-	2,4	5,10	-	-	-	2,2	-	-	-
Nefelina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,9
Microperthita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,5

*T = Notada a presença

Ainda como essenciais seguem-se hornblenda e biotita. Os acessórios principais são titanita, apatita, zircão e magnetita. A nefelina neste caso, assume grande importância devido a sua frequência na rocha. Os três primeiros acessórios são frequentes em inclusões nas hornblendas (Fotomicrografia 4), e o último ocorre na massa sem colocação preferencial. Tal como nas hornblendas, esses acessórios ocorrem inclusos nas biotitas, embora menos frequentemente. Ocasionalmente observam-se feldspatos calcio-sódicos (albita ?). Foi notado um cristal subeudral de fluorita na amostra estudada.

Embora não se tenha encontrado o afloramento *in situ*, foi possível identificar variedades como microsienito, sob forma de veio cortando o sienito. Tinguaito de cor cinza escura, com textura microcristalina, exibindo cristais de feldspato micropertítico sob a forma de ripas de alguns centímetros, também, foi observado na área. São frequentes os foiaitos. Sua coloração cinza e variada, com tonalidades claras e escuras. Possui granulometria acima de média. São frequentes os cristais de peritita e micropertita. Também são comuns os cristais de nefelina que megascopicamente não são reconhecíveis como nos nefelina sienitos. Os máficos observados são os mesmos dos nefelina sienitos, tanto quanto os acessórios.

Infelizmente a maioria das descrições dessas variedades petrográficas foi realizada em amostras obtidas de blocos ou matacões imersos no tálus argiloso. Apenas o nefelina sienito foi coletado *in situ*, na Jazida do Olício e na do Manoel Joaquim I, os quais são encontrados nas bordas do Maciço Alcalino de Passa Quatro.

5.4 - SEDIMENTOS

TÁLUS

Dois tipos litológicos de tálus foram distinguidos na área. A primeira variedade é constituída de restos de rochas predominantemente quartzosas, em matriz areno-argilosa. Variedades

des como quartzitos, biotita gnaisses, granitos e muito provavelmente migmatitos (bem preservado o neossoma dos mesmos), são comumente encontrados nessa variedade litológica denominada de *tálus quartzoso*. Seus constituintes rochosos são encontrados sob a forma de seixos ligeiramente angulosos.

A segunda variedade de *tálus* é a predominante na área mapeada e a ela associam-se as zonas bauxitizadas (Fotografias 4 e 5), e foi denominado nesta dissertação de *tálus argiloso*. A essa variedade, predomina matriz argilosa fortemente aluminosa, de cor vermelho amarelada, associada muitas vezes com argila caulinítica que fornece matizes esbranquiçados.

TÁLUS QUARTZOSO

A única exposição dessa variedade litológica está as sinalada no extremo noroeste da Figura 4 e forma um peneplano com mais de 1,3 km de comprimento e com largura média de mais de 300 metros. Possui espessura média aflorante de 5,3 metros.

Segundo as observações de campo, associadas às interpretações fotogeológicas, pode-se concluir que esse peneplano possuía dimensões muito maiores do que as atuais. Em decorrência do regime fluvial erosivo superimposto na região, esse peneplano foi erodido em grande parte.

TÁLUS ARGILOSO

Com matriz predominantemente argilosa (Fotografias 1 e 6), associam-se blocos de rochas alcalinas sãs (Fotografia 7) em toda distribuição do *tálus* pela área. Tais blocos chegam a diâmetros máximos de 16,70 metros. Não há absolutamente a existência de seixos ou blocos de rochas outras que não dessa variedade litológica.

Apenas no nível de base surgem seixos de quartzo arredondados (Fotografias 8 e 9), junto com argila caulinítica

e brecha argilosa extremamente compactas (Fotografias 9 e 10). São encontrados seixos de quartzo que ultrapassam os 50 cm de diâmetro. No entanto a maioria possui cerca de 5 a 15 cm de diâmetro. Raras vezes destacam-se seixos de gnaisses e xistos, extremamente endurecidos.

Os blocos de alcalinas associados são de variedades petrográficas várias, com maior frequência de nefelina sienitos. A esse tipo de tálus foi permitida uma distinção quanto ao seu estágio de preservação relativo à erosão e ao interesse econômico. Tal divisão se dá em vista da existência de grande quantidade de blocos e seixos de bauxito, razão pela qual foi definido como tálus argiloso químico (ver definição no Capítulo 6, item 6.1.2). A outra variedade foi definida como tálus argiloso físico (ver definição no item 6.1.2).

Uma boa parte desse tálus argiloso é constituída na realidade, de eluviões e coluviões, quando depositados diretamente em contato com as rochas alcalinas formadoras do mesmo.

O tálus argiloso encontrado na área possui espessura extremamente variada. Ele recobre as rochas do embasamento condicionado pela topografia antiga, preenchendo vales, depressões e todas as irregularidades outrora existente no paleorelevo. Sabe-se no entanto que essa paleotopografia foi ditada pelo nível de base dado pelas rochas do embasamento. É conveniente ressaltar que a topografia atual foi em parte imposta por tectonismo que induziu modificações substanciais a ela. Por conseguinte, as variações de espessura do tálus são comandadas principalmente pelo capricho da sinuosidade dada pela paleotopografia das rochas do embasamento.

Dos trabalhos de pesquisa realizados para cubagem dos tálus argilosos bauxitizados, constatou-se que a maior espessura real observada para o tálus foi de 12 metros, e a menor chega a menos de um metro. Possuem ainda uma cobertura de capa húmica que chega a 2 metros de espessura no máximo. Por razões que estão expostas em capítulos posteriores, tanto o tálus quart

zoso como o argiloso foram colocados em idade Terciária (provavelmente Mioceno).

ALUVIÕES

Foram divididos em finos/médios e os de granulação grossa. Aos finos e médios incluem-se materiais argilosos até cascalheiras com seixos rolados inferiores a 2 cm de diâmetro. Os de grã grossa incluem todos os depósitos aluvionares contendo seixos que normalmente excedem em média 2 cm de diâmetro (Fotografia 2), aglomerados em matriz argilosa e argilo arenosa.

Conforme referido anteriormente as drenagens na área são jovens o que poderia explicar o desenvolvimento pouco expressivo das aluviões. As aluviões do tipo fino/médio ocorrem, uma parte a noroeste da área mapeada (Figura 4) e, a outra, a sudeste. A área é drenada nesse setor pelo Córrego do Pico Agudo. Os sedimentos aí são essencialmente quartzosos, com pouca ou nenhuma deposição de argila associada. Mais a oeste dessa localização temos alguns depósitos no leito do Rio Jacu, também mantendo as mesmas características morfológicas das encontradas no Córrego do Pico Agudo, diferenciando-se apenas na matriz que é predominantemente argilosa.

A outra ocorrência de aluviões do tipo finos/médios situa-se à jusante do Rio Claro. Nessas aluviões, a espessura das camadas depositadas nunca é inferior a 2 metros e raramente é superior a 5 metros. Formam inúmeras vezes planícies aluvionares, as quais não ultrapassam 50 metros de largura. Dificilmente também essas sedimentações alcançam níveis de baixos terraços, com localizações acima das áreas de inundação dessas drenagens. Esses caracteres foram melhor observados na parte sudeste da Figura 4, na área compreendida pela drenagem do Rio Claro. É importante lembrar que aos aluviões finos e médios foram incluídos os colúvios, os quais, muitas vezes, estão intimamente associados aos aluviões.

As aluviões de granulação grossa ocorrem em pontos res

tritos da área e formam as denominadas localmente "cascalheiras" (Fotografia 2). O melhor afloramento dessa variedade encontra-se no caminho para a localidade de Pinheiros, próximo à fábrica de sulfato de alumínio da CIMIL. Aí a cascalheira foi depositada pelo Ribeirão do Braço. Também à montante do Rio Claro e no Rio Espírito Santo são encontrados tais sedimentos. Faz-se notar a constância de colocação desses depósitos, qual seja a de sempre se encontrarem em níveis superiores de 2 a 4 metros do leito da drenagem a eles associados.

Aluviões de grã grossa em drenagens que nascem ao pé das ígneas alcalinas (nordeste da área mapeada), são constituídas predominantemente de seixos de rochas alcalinas, mesmo que tais drenagens percorram boas extensões em rochas do embasamento.

Por outro lado, as drenagens que drenam por rochas do embasamento (noroeste da área mapeada), quando formam aluviões de granulação grossa, conferem a elas os mesmos caracteres morfológicos das anteriores, porém são constituídas de seixos de rochas do embasamento quais sejam: quartzitos, gnáisses e migmatitos, preferencialmente.

Tanto as aluviões finas/médias como as de granulação grossa foram enquadradas como sedimentos recentes (Quaternário), pois são formadas a partir de drenagens atuais e o seu desenvolvimento é de um estágio embrionário, se comparado com as aluviões associadas ao Rio Paraíba do Sul, e alguns de seus afluentes; aluviões essas colocadas como quaternárias (AB'SABER & BERNARDES, 1956; FREITAS, 1956; CORDANI *et al.*, 1974; MELFI *et al.*, 1976, entre outros).

TABELA 2

PROPOSIÇÃO PARA COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA ÁREA

IDADE PROVÁVEL	UNIDADE LITOLÓGICA	VARIAÇÕES LITOLÓGICAS
Quaternário	Sedimentos quaternários	Argilas, areias, cascalheiras
	Tálus argiloso	argilas aluminosas, argilas bauxíticas, argilas cauliniticas, bauxito, matacões de rochas alcalinas de diversas variedades.
Terciário(Fins)	Tálus quartzoso	cascalhos, areias, seixos e blocos de granitos, migmatitos, quartzitos, biotita gnaisses
	Ígneas alcalinas	nefelina sienitos, foiaitos, hornblenda sienitos, sienitos
Pré-Cambriano Superior	Migmatitos	Paleossoma: formado das litologias ácidas e anfibolíticas Neossoma: granítico
	Quartzo-Biotita Xistos	Quartzitos, quartzo-biotita xistos
	Biotita Gnaisses	Biotita gnaisses, gnaisses gnaisses fitados
Pré-Cambriano Médio	Gnaisses porfiroblásticos	Gnaisses, porfiroblásticos, granada gnaisses, sillimanita gnaisses, biotita-hornblenda gnaisses

5.5 - ESTRUTURAS

Foram subdivididas na forma em que se segue:

5.5.1 - ESTRUTURAS DE CARÁTER TECTÔNICO

5.5.2 - ESTRUTURAS DE CARÁTER GEOMORFOLÓGICO

5.5.1 - ESTRUTURAS DE CARÁTER TECTÔNICO

O recobrimento de boa parte do embasamento pelo tálus dificultou sobremaneira a identificação das feições tectônicas impostas às rochas do embasamento. Ao pequeno número de afloramentos passíveis de estudo, adiciona-se a dificuldade imposta pela alteração intempérica, que ocasiona mascaramento das várias feições tectônicas que porventura pudessem ser exibidas.

No entanto do que se pode depreender do mapeamento geológico mostrado na Figura 4 e Figura 8, foi que alguns falhamentos, aparentemente normais e associados às zonas de milonitização e/ou brechação, puderam ser destacados na parte SW da área mapeada na Figura 4. Possuem direção predominante ENE-ESE e, em extensão, ultrapassam 3 750 m. Tal lineamento foi denominado de Falhamento de Pinheiros por este autor.

Na área da Figura 4 é freqüente a verificação da persistência dos ângulos de mergulho em rochas do embasamento, os quais são orientados sempre no rumo SE. É também coincidente com tal orientação o alinhamento dos divisores de água principais. A direção dos falhamentos, e das foliações seguem orientação NE. Essa direção NE é coincidente com a direção geral das falhas que resultaram o Gráben do Paraíba do Sul. Não foi observado na área em apreço, variações em atitudes que pudessem discordar dessa atitude geral.

Falhas menores têm feições aparentemente semelhantes à do Falhamento de Pinheiros, conforme observação nas fotogra

fias aéreas, embora, no campo, pouco ou nada se observe. Essa dificuldade de observação geológica no campo é, em alguns casos, produzida pelo capeamento dado pelo tálus argiloso, mascarando estes falhamentos, em outros, pelo alto grau de decomposição das unidades litológicas associadas a estes falhamentos. Esses efeitos associados fazem com que se perca a caracterização da estrutura *in loco*. Embora possuindo expressão reduzida, esses falhamentos menores são concordantes com o Falhamento de Pinheiros, em orientação.

Pelas seções geológicas das Figuras 5, 6 e 7 pode-se notar que há compartimentos tectônicos distintos, formados por falhamentos que parecem constituir blocos tectônicos de rochas do embasamento adernados em direção ao centro do Gráben do Paraíba do Sul. Segundo observação na localidade de Pinheiros, esses blocos seguem um esquema definido de movimentação tectônica aliado aos falhamentos que os separam. Parecem obedecer a uma sistemática comum onde numa orientação aproximada N-S, o bloco de Norte sempre sofre ascensão em relação ao bloco de sul. Formam assim um verdadeiro escalonamento que se inicia no Maciço Alcalino de Passa Quatro, na Serra da Mantiqueira, seguindo até o leito do Rio Paraíba do Sul, tomado como ponto mais inferior (Figura 7). Isto é coincidente com observações semelhantes, fornecidas por CORDANI *et al.*, (1974) e MELFI *et al.*, (1976).

Os valores angulares dos mergulhos da xistosidade dada pela orientação dos minerais micáceos e outros não-micáceos- silimanita por exemplo- mantêm-se na faixa de 30° a 50° , voltados para o quadrante sudeste.

Nos falhamentos principais que afetam as rochas do embasamento, vez ou outra pode ser observada zona com material cataclástico, ou com maior ou menor grau de fragmentação da rocha. O tectonismo desenvolveu fraturas e diáclases associadas às falhas. Muitas dessas fraturas e diáclases estão preenchidas com veios de quartzo leitoso que chegam a mais de 60 cm de espessura real, conforme pode ser observado na estrada de acesso para a Mineração Lavrinhas, próximo à subida do Rio do Braço, no sentido Pinheiros-Mineração.

Desperta a atenção o lineamento dado pelo Rio Claro, já fora da área, mas que é discordante do comportamento geral observado. Seu curso segue a direção N-S, em perfeito controle estrutural. Por volta de seu curso mediano verifica-se inflexão para o sentido NE-SW. Essa segunda direção é concordante com as estruturas tectônicas dominantes da área. Esse comportamento inicial de norte para sul, sugere uma quebra de constância do que se observa como caráter geral, notadamente na parte ocidental da área. Essa feição tectônica contrária pode ser explicada pela direção preferencial NNE-SSW, dada pelo romboedro tectônico, formado pela Soleira de Queluz, segundo FREITAS (1956) e AB'SABER (1956). A porção oriental da área corresponde a essa variação de comportamento geral, é diretamente associada à Soleira de Queluz, tida como soerguimento do substrato do Gráben do Paraíba do Sul, FREITAS (1956) e AB'SABER (1956).

Notadamente nas rochas metamórficas do embasamento surgem feições estruturais destacáveis, como diaclasamentos e fraturamentos (Fotografia 3), exibidos por quartzitos e quartzo-biotita xistos com relativa freqüência. Os gnaisses porfiroblásticos freqüentemente exibem orientação dos pórfiros de minerais planares e, em caso específico, de cristais de sillimanita (Fotomicrografia 2), que em muitos casos são coincidentes com as direções de xistosidade.

5.5.2 - ESTRUTURAS DE CARÁTER GEOMORFOLÓGICO

Os caracteres geomorfológicos observados na área não dizem respeito somente à geomorfologia estrutural, mas também a geomorfologia climática. O atual modelado é resultado de efeitos endógenos, seguido da atuação de agentes exógenos. Nos agentes externos predomina, pelo menos atualmente, o intemperismo químico. Daí a importância de uma caracterização morfo-climática. Nos agentes internos é destacável o efeito dado pela evolução tectono-magmática do Gráben do Paraíba do Sul.

Os efeitos tectônicos que delinearam o modelado que hoje constitui a Serra da Mantiqueira e a Serra da Bocaina, é

resposta do magmatismo que deu origem a colocação dos maciços alcalinos de Passa Quatro e Itatiaia, assim como de rochas congêneres completado assim o quadro denominado tectono-magmático. Ambos os processos são responsáveis pelos diferentes compartimentos geomorfológicos da área.

A área em estudo pode ser dividida do ponto de vista geomorfológico em dois compartimentos constituídos de:

1) Ígneas alcalinas e metamórficas do embasamento. Este conjunto é o dominante do ponto de vista topográfico e posiciona-se na área, em cotas em torno de 1 500 metros acima do nível do mar. Cotas maiores são observadas na área quando localizadas nos maciços alcalinos. As rochas do embasamento, do ponto de vista topográfico, são observadas em cotas inferiores, porém, mantêm morfologias distintas. Apresentam relevos do tipo "meia laranja", capeados por espesso manto eluvional. Próximo aos maciços alcalinos são encontradas quase desnudas, e posicionadas em cotas elevadas.

2) É constituído de peneplanos tendo como litologia predominante os tálus. Nesta morfologia é bastante destacável as formas de cones eluvionais e mesmo cones de dejeção (Fotografia 15). Segundo observações realizadas nesse tálus, pode-se concluir que é oriundo de processos intempéricos numa fase inicial autóctone, seguida de perturbação tectônica; quando se inicia sua movimentação, passando por uma fase seguinte morfoclimática onde, o fluxo de água pluvial aliado à exagerada modificação do gradiente, dado pelos processos tectônicos que atuaram sobre a área, colocaram em instabilidade esses pretéritos colúvios e elúvios. Esta instabilidade acentuou-se com o maior fluxo de água e com a continuidade dos movimentos orogênicos. Isto fez com que todo o material contido nessas zonas de instabilidade "descessem" para cotas mais baixas e em posição de menor declividade, num processo semelhante à solifluxão. Assumindo numa fase final um caráter alóctone.

Seguindo os critérios geomorfológicos de THORNBURY (1966) e utilizando-se as excelentes informações dadas por EBERT (1960), pode-se dizer que a deposição do tálus se deu sob a forma de "correntes de lama" ou "correntes terrosas". Não foi possível divisar caracteres que pudessem separar com precisão qual tipo de processo foi efetivo na colocação do tálus.

Segundo as proposições de THORNBURY (1966), as correntes terrosas têm as seguintes características:

a - são lentas, b - não estão confinadas a canais, c - possuem um teor de água mais baixo que as correntes de lama, d - não são especificamente características de regiões secas, e - são mais comuns em áreas úmidas, f - estão caracterizadas por se formarem sobre terraços e declives onde os materiais terrosos são capazes de fluir quando se saturam em água e encontram-se embaixo do manto detrítico.

Segundo o autor esse processo forma depósitos de seixos e blocos, que em muitas vezes se assemelham a morenas laterais. Daí os inúmeros trabalhos referentes a uma provável glaciação na região do Itatiaia e adjacências. Das publicações referentes à glaciação no Itatiaia, apenas EBERT (1960) trouxe valiosa contribuição para uma provável definição quanto ao processo que atuou na deposição desses sedimentos. O referido autor em sua publicação faz alusão ao fato de que o tálus tanto poderia ter sido depositado por efeitos de uma glaciação como por correntes de lama.

As correntes de lama, por outro lado e, ainda segundo THORNBURY (1966), têm as seguintes características:

a- são rápidas ao ponto de serem perceptíveis, b- estão geralmente confinadas a canais, c- encontram-se em declives acentuados, d- há participação de água abundante, porém intermitente e, e- a vegetação é rala. Segundo ainda o autor acima citado as correntes de lama são características de regiões mais secas, pois em tais áreas a vegetação é rala e as precipitações são

pouco freqüentes, embora torrenciais. Amiúde tais correntes são constituídas de lama (argila), porém, podem transportar blocos de grandes proporções a distâncias consideráveis. Estes depósitos não possuem seleção granulométrica e nem qualitativa.

A seguir são enumeradas várias características do tálus em estudo na área para que se possa fazer uma comparação:

a- são encontrados tanto preenchendo zonas de canais de drenagens (Fotografias 1 e 12) como são observados em zonas onde não se notam canais de drenagem (Figura 8, jazimentos da Sede, Olício, Córrego Seco e outros, como também as Fotografias 11, 15 e 16), b- possuem blocos sem seleção granulométrica (Fotografias 2, 4, 5, 7 e 12), porém com seleção qualitativa, pois são encontrados somente blocos e seixos de rochas alcalinas. A própria argila matriz é oriunda da alteração de rochas alcalinas, c- todos os depósitos de tálus, encontram-se em zonas de declives acentuados (Fotografias 11 e 12, Figuras 5, 6, 7, 8 e 9), d- a velocidade que regeu o deslocamento do tálus foi lenta. Se assim não fosse não seria possível haver selecionamento qualitativo do material que constitui o tálus, tipicamente oriundo da alteração de rochas alcalinas. Se o movimento fosse rápido, notar-se-iam seixos e matacões de litologias outras que não são alcalinas. Haja visto que o tálus é alóctone e assenta-se em rochas do embasamento, isto posto deveria ser esperado no mínimo uma miscigenação dos materiais e não uma feição tipicamente seletiva.

Esta hipótese corrobora com argumentos levantados por FREITAS (1956), AB'SABER (1956), SUGUIO (1969), CORDANI *et al.*, (1974), ALMEIDA (1976) e MELFI *et al.*, (1976) entre outros que creditam atividades tectônicas do tipo lentas e contínuas na formação do Gráben do Paraíba do Sul. Tal processo tectônico, fez com que os tálus observados na área e mesmo na região, tivessem comportamento semelhante na época de seu deslizamento, ou seja, lento e contínuo.

e- Quanto à definição do clima e da vegetação que existiam na época do deslocamento do tálus é difícil de se opinar a respeito. Só um estudo mais pormenorizado poderá propor tal definição. Não é este o intuito desta dissertação. O clima atual é caracterizado por períodos de chuvas torrenciais, seguido de chuvas contínuas, concentradas preferencialmente nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. O regime de chuvas atuais é assim definido como intermitente. A vegetação atual é do tipo exuberante.

Dessa forma, o tálus possui caracteres que o enquadram tanto como formado por correntes terrosas como pelo processo de correntes de lama.

O tálus ocupa atualmente vários posicionamentos topográficos e a cada posicionamento assume morfologias distintas. Tanto os tálus bauxitizados, considerados como jazimentos, como os tálus não-bauxitizados encontram-se em posições topográficas que diminuem de cotas de 1 600 até 600 metros acima do nível do mar. Muitos afloramentos dos tálus encontram-se em níveis topográficos superiores e/ou iguais aos atuais afloramentos de rochas Precambrianas.

Os locais onde são observados tálus denominados como jazimentos, tendem quase sempre a assumir formas do tipo "cones eluvionais" e "cones de dejeção", o último não perfeitamente definido. De um modo geral, tendem a formas elipsoidais, com o eixo maior na maioria das vezes voltado para o centro do Vale do Paraíba do Sul.

Alguns dos jazimentos assinalados na Figura 8 não de notam formas elipsoidais típicas. No entanto, uma observação atenta mostra que todos os jazimentos ali assinalados e associados ao tálus possuem um eixo maior prolongando-se nas direções S e SSW. Essa constância de direção do eixo maior para sul sugere uma antiga movimentação em direção ao centro do

atual Vale do Paraíba do Sul. O mesmo também pode ser observado no tálus quartzoso assinalado na Figura 4. Seu eixo maior tem rumo SSW, ou seja, em direção ao centro do Gráben do Paraíba do Sul.

Outra feição morfológica destacável é a forte peneplanização observada no tálus, contrastando de modo significativo com as outras unidades rochosas (Fotografias 1, 11 e 12). O aspecto de peneplanização denotado na Fotografia 11 sugere que aparentemente o tálus deslocou-se para o centro do gráben como um todo, capeando pretéritas drenagens e rochas do embasamento, soterrando-as através do movimento de corrente de lama ou terrosa, e movimentando-se de forma gradual e constante, não brusca. Posteriormente as drenagens retomaram esses depósitos e constituíram o atual modelado na zona do tálus.

O plano quase horizontal inferido pelos divisores de água dessas elevações, corresponderia ao provável nível mais elevado de colocação do tálus sobre as rochas do embasamento (Fotografia 11). Tal feição não é generalizada por toda a área, já que os efeitos da ação erosiva sobre o modelado topográfico deve tê-lo modificado até ao estágio atual.

Essa feição de plano com tendência a horizontalidade também corrobora com o fato de que o Gráben do Paraíba do Sul, formou-se à expensa de movimentos graduais não muito bruscos. Se assim não fosse, dificilmente seria encontrado remanescentes do tálus, numa fase de quase peneplanização, cuja fonte, hoje, encontra-se em posição topográfica extremamente elevada (Fotografia 3). Não se pode afirmar com segurança que tal feição foi constante para todo o gráben, pelo fato de não ter sido observada essa feição em toda a área visitada. Notar que na Foto 1, embora focalizada em zona de tálus, não se observa peneplanos tão destacáveis.

5.6 - PROPOSIÇÃO PARA A EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA

Aliando-se as proposições para a evolução geológica da região de Cruzeiro e Lorena de MELFI *et al.*, (1976), com a evolução tectono-magmática proposta por ALMEIDA (1976) para os rifts continentais da borda da Bacia de Santos, pode-se alinhar a seguinte seqüência para a evolução geológica da área:

- As variedades litológicas associadas à unidade denominada de gnaisses porfiroblásticos devem ter sido formadas no Pré-cambriano Médio, durante o Ciclo Transamazônico. O seu caráter policíclico (feldspatos de duas gerações, Fotomicrografia 1, desequilíbrio na paragênese mineral, bem como feição de remigmatização), sugere idade mais antiga em relação às demais variedades litológicas observadas na área. Sua evolução metamórfica primária deve ter sido regida em fácies de pelo menos anfibolito, com tendências a granulito. Há evidência de provável processo retro metamórfico. É provavelmente desse período alguns dos grandes falhamentos.

- No Pré-cambriano Superior, formaram-se as outras unidades metamórficas, seguindo aproximadamente a seqüência proposta para a coluna estratigráfica da área (Tabela 2). Como foi mostrado anteriormente, estas variedades litológicas sofreram evolução metamórfica de fácies anfibolito, menos rigoroso que o observado nos gnaisses porfiroblásticos. Datações radiométricas K/Ar realizadas em rochas do litoral norte do Estado de São Paulo por MINIOLI (1971), fornecem valores de 450-500 M.A., o que deve definir o último ciclo orogênico que afetou as rochas da região e, provavelmente, as da área.

Nesse período ainda devem ter-se formado novos falhamentos, com reativação dos grandes falhamentos mais antigos. Supõe-se que tais falhamentos devam ter se desenvolvido em ambiente de alta temperatura, sugerido pela recristalização de feldspatos nas zonas de brechação. As zonas de brechação foram observadas tanto na unidade de gnaisses porfiroblásticos quanto nas variedades litológicas mais recentes, grupadas como metamórficas

do embasamento.

- No Mesozóico, a área sofreu modificações ditadas pela reativação Wealdeniana. Provavelmente em fins do Cretáceo, deram-se as intrusões alcalinas dos maciços de Passa Quatro e do Itatiaia. Datações radiométricas realizadas em biotita pelo método K/Ar por RIBEIRO FILHO (1967) posicionam esses maciços em idades de 64,2 a 64,7 M.A. AMARAL *et al.* (1966), também, por método K/Ar apresenta valor médio de 66 M.A.

- No Terciário, por volta das épocas Oligoceno-Mioceno, inicia-se o processo de formação do Gráben do Paraíba do Sul (ALMEIDA, 1976), com abaixamento de blocos formados a partir de zonas já previamente "quebradas" pelos processos tectônicos anteriores. Assim, os antigos falhamentos serviram de zonas de fraqueza para que o processo de abaixamento do Vale do Paraíba ocorresse mais facilmente. Com o desnível criado, o material eluvionar encontrado sobre as unidades litológicas da área na ocasião passaram a uma condição de instabilidade física, sendo que a gravidade passou a atuar de forma acentuada. Aliado ao processo de infiltração de água, o contínuo soerguimento da zona onde se encontravam esses elúvios fez com que esse material tendesse a uma acomodação. Assim, eles "desceram" de suas posições originais para uma nova posição, tendendo assim a uma estabilidade, saindo de uma posição que poderia ser denominada autóctone para uma alóctone. Exemplo típico dessa situação é dado pelos tálus argilosos e tálus quartzosos. Fora da área, excelente é o exemplo descrito por PENALVA (1967) observado no Itatiaia. Outros casos semelhantes são encontrados em EBERT (1960), embora nessa publicação, o autor tenha dado conotação glacial ao processo de deposição do material aqui denominado tálus.

O movimento que regeu essas deposições deve ter sido do tipo lento, conforme referido anteriormente. Embora não se possa excluir a possibilidade de que esses movimentos possam ter assumido intensidades mais bruscas em determinados períodos.

- É de se crer que o processo tectônico perdure nos dias atuais, haja visto que foram detectados muitos depósitos aluvionais sob a forma de terraços elevados. Essas feições não se devem exclusivamente ao processo de encravamento da drenagem no substrato rochoso subposto a ela, mas também a uma contribuição considerável dada por movimentos tectônicos contínuos. Essas feições são observadas em drenagens maduras na área.

O autor deste trabalho gostaria de aqui inserir algumas informações que podem fornecer um melhor posicionamento do tálus em relação às litologias a ele associadas. É sabido que nos sedimentos da Bacia Terciária de Taubaté não foram observados até hoje clásticos muito grosseiros (SUGUIO, 1969). Em vista deste fato, RICH (1953) posicionou a deposição dos sedimentos desta bacia como sendo anterior aos falhamentos causadores da formação do Gráben do Paraíba do Sul. Na região da soleira de Cachoeira Paulista e na de Queluz é notável a espessura do elúvio sobre as rochas do embasamento. Por outro lado, na Serra da Mantiqueira, estas rochas do embasamento encontram-se praticamente expostas se comparadas com as suas congêneres na zona topograficamente mais baixa das soleiras. Como ambas ocorrências de rochas se diferenciam tão somente pela posição geográfica e topográfica, é de se supor que as rochas que hoje constituem a Serra da Mantiqueira possuísem cobertura eluvional pelo menos igual a de suas análogas situadas nas soleiras. Isto é facilmente comprovado quando se atravessa a Serra da Mantiqueira pelo acesso que liga Cruzeiro a Passa Quatro e São Lourenço. Ultrapassando o divisor de água da Serra da Mantiqueira, neste sentido, depara-se com um modelado relativamente plano, sem grande variação das cotas topográficas, formando em determinados locais relevos do tipo "meia laranja". Nesta região e mais adentro do estado mineiro, observa-se que as litologias são as mesmas da Faixa de Dobramentos Ribeira, congêneres àquelas das soleiras do Vale do Paraíba. No entanto, encontram-se capeadas por espessa cobertura eluvional. Isto sugere que as rochas do embasamento que constituem a Serra da Mantiqueira foram "despi

das" de sua capa eluvional, por volta da época de formação do Gráben do Paraíba. Se houve uma denudação, este material que constituía o elúvio, foi depositado em alguma parte, após transporte.

Deve ter havido uma grande contribuição de material argiloso e quartzoso oriundo da desagregação de quartzitos, quartzo-biotita xistos e outros, que constituíam a capa eluvional sobre as rochas do embasamento. Esse material, sob a forma de sedimentos, veio a constituir as bacias sedimentares associadas ao Gráben do Paraíba do Sul (Taubaté e Resende).

Como a formação do gráben foi resultado de movimentos tectônicos tais que não favoreceram o transporte integral do material que constituía a capa eluvionar para as bacias de sedimentação, os clásticos grosseiros que deveriam ser encontrados nessas bacias, ficaram retidos sob a forma de tálus, no sopé da Serra da Mantiqueira.

Considerando que os tálus só poderiam se movimentar com infiltração de água após formação de uma declividade que permitisse tal movimento, conclui-se que a denudação das rochas do embasamento através de uma movimentação do material eluvional a elas associado, ocorreu presumivelmente no início da formação do Gráben do Paraíba do Sul, ou seja, por volta do Oligoceno-Mioceno, quando então reinavam condições ideais para tal.

Segundo nos parece não se pode dizer que se trate de um fenômeno local, pois até onde se pode notar, tal feição estende-se por mais de 50 km na borda sul da Serra da Mantiqueira, desde Lorena no Estado de São Paulo, até Resende no Estado do Rio de Janeiro, envolvendo os denominados tálus argiloso e quartzoso. Daí a colocação dos tálus em idade provável Terciária.

SUGUIO (1969), estudando as características texturais dos sedimentos da Formação Tremembé, na bacia Terciária de Taubaté, sugeriu que a deposição dos sedimentos se deu por abaixamento contínuo e gradual do assoalho do gráben, de tal forma que o desnível entre o fundo e as bordas da bacia não eram tão grandes ao ponto de se depositarem sedimentos mais grosseiros.

Pela presente dissertação é de se crer que se os movimentos que ditaram a formação do gráben não seguissem esta linha dificilmente poderia ser observado um tálus antigo e caprichosamente selecionado como o tálus argiloso. Haja visto que são muito raros blocos ou seixos de outras variedades litológicas que não rochas alcalinas. As rochas do embasamento na área são altamente resistentes ao ataque intempérico e se a movimentação do tálus fosse brusca, acompanhando uma movimentação tectônica do mesmo nível, seria notada, nos atuais tálus, miscigenação de material do embasamento com material das alcalinas e não só de alcalinas como se observa.

Mesmo que se tratasse de transporte por geleiras, hipótese totalmente destituída de propósito, não haveria esta homogeneidade qualitativa. Seria notada a presença de material oriundo de todas as variedades litológicas que compõem o embasamento, mais quaisquer outras por onde a pretensa geleira passasse.

As observações aqui aventadas corroboram com as proposições relativas à tectônica de formação do Gráben do Paraíba do Sul, sugeridas por FREITAS (1956), AB'SABER (1956), SUGUIO (1969) e ALMEIDA (1976), MELFI *et al.*, (1976).

MAPA GEOLÓGICO-TÁLUS BAUXÍTICO DE LAVRINHAS-SP

por: JOEL SARDUJANI SIROLO

CONVENÇÕES

QUATERNÁRIO

- ALUVIÕES
- ALUVIÕES DE GRANULACÃO GROSSA

TERCIÁRIO

- TÁLUS ARGILOSO
- TÁLUS QUARTZOSO

MESOZÓICO

- ÍGNEAS ALCALINAS

PRÉ CAMBRIANO

- GNATITO
- MIGMATITOS
- QUARTZITOS E XISTOS
- GNATITO PROFIROBLÁSTICO MÉDIO

ESTRUTURAS

- FALHA, IMPERIDA QUANDO INTERROMPIDA
- CONTATO GEOLÓGICO, IMPERIDO QUANDO INTERROMPIDO
- DOBRAMENTO/ACANASAMENTO
- FALHA
- ZONA DE DEFORMAÇÃO

OUTRAS

- ACESSO PAVIMENTADO
- ACESSO ENCALÇADO
- LOCALIDADE
- HABITAÇÃO

ESCALA

6 - GEOLOGIA ECONÔMICA

6.1 - O MINÉRIO

6.1.1 - DEFINIÇÃO DOS TERMOS UTILIZADOS

No decorrer deste estudo faz-se importante definir certos termos essenciais, como também aqueles que foram utilizados para caracterizar condições especiais observadas e que não possuíam terminologia adequada ou de uso corrente.

A necessidade de explanação destes termos e de uma definição, quando possível, é dada pela frequência com que serão usados ao curso dos próximos capítulos. Mesmo porque tais termos são de importância na elucidação dos processos geológicos observados na área de estudo.

Bauxito: Segundo ROUTHIER (1963) o bauxito designa uma rocha contendo, sobre a forma livre, um ou mais hidróxidos de alumínio. BELINGA (1972) usa este termo para caracterizar material contendo hidróxidos de alumínio (40% de Al_2O_3 ou mais) com ferro (30% ou menos) e minerais argilosos. São comuns impurezas como titânio, sílica, manganês e gálio, entre outros. É BELINGA (1972), ainda, quem descreve a seguinte configuração para a importância econômica dos bauxitos e seus diversos usos industriais:

1) Bauxito para o fabrico de alumínio metálico. Deve ter o mais alto teor em alumínio possível e baixo teor em sílica (6 a 8% de SiO_2). GORDON *et al.* (1958) creditam valores de mais de 50% de Al_2O_3 para este tipo de bauxito. Definindo como "bauxito de alto alumínio", HARDER *in* SANTOS (1975) também fornece valores específicos para esse tipo de bauxito, onde o teor de Al_2O_3 é sempre maior que 32% e a sílica entre 6 a 10%.

2) Bauxito para utilização química. De modo geral possui pouco ferro (2 a 4% de Fe_2O_3) e é relativamente rico em sílica (10 a 15% de SiO_2). A esse tipo, GORDON *et al.* (1958)

fornecem valores limítrofes entre 24 e 32% de SiO_2 ao qual denomina de "bauxito de alta sílica". HARDER *in* SANTOS (1975) especifica esta variedade com mais de 50% de Al_2O_3 e máximo de 15% de SiO_2 e o ferro no limite de 2,5%.

3) Bauxitos para utilização na indústria refratária, abrasivos e de cimentos artificiais. Normalmente com alto teor em ferro: cerca de 8 a 10%. GORDON *et al.*, (1958) definem como bauxito de alto ferro todos bauxitos que contenham mais de 10% de óxidos de ferro em sua composição. HARDER *in* SANTOS (1975) especifica que os bauxitos para abrasivos devem possuir mais de 54% de Al_2O_3 e menos de 8% de SiO_2 e abrasivos de côrindon, menos de 3% de SiO_2 . LADDOO *in* SANTOS (1975) classifica, para o caso do fabrico de abrasivos, minério bauxítico analisado em base calcinada onde o Al_2O_3 deve estar na faixa de 80-85%, a sílica no máximo 8%, o Fe_2O_3 no máximo 8,5% e o TiO_2 no máximo 4,5%.

Não há um consenso geral no uso dos valores padrões para caracterização do bauxito para fins industriais. A subdivisão dos bauxitos, quanto aos tipos industriais, como foi acima proposta é coincidente na maioria dos autores citados.

Não serão aqui discutidas as variações de teor dos elementos e substanciais fornecidas pelos autores acima citados para caracterização industrial do bauxito. Há vasta bibliografia sobre o assunto e nela não há concordância quanto aos valores numéricos percentuais específicos referentes aos teores dos compostos de alumínio, sílica e outros, como foi visto.

O termo bauxito utilizado nesta dissertação diz respeito a rochas cuja caracterização é dada por teores de compostos específicos, baseados em análises químicas de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 e SiO_2 . Como as análises químicas para determinação destes compostos, realizadas nas rochas da área, em sua maioria, foram realizadas em base calcinada, a caracterização química do bauxito da área no caso será feita com base nesse tipo de análise. Embora seja possível uma conversão para base *in natura*.

Todo material que possui teores em Al_2O_3 superiores a 45%, sílica até 5%, Fe_2O_3 até 10% e TiO_2 até 4,5% é considerado como bauxito neste trabalho. Será visto no entanto que pela classificação dos minérios fornecida mais adiante, esses teores são variáveis e cada tipo específico de minério diagnosticado na área fornece um grupamento particular de valores percentuais para os compostos acima mencionados.

Estes valores são considerados como valores limites mínimos aceitáveis para que o material na área seja denominado bauxito. Pode ser admitido como teor crítico o conjunto desses valores. Ressalte-se no entanto que na área, o teor crítico é caracterizado por duas variáveis: 1 - variação de composição química dos compostos acima citados e, 2- percentagem em volume de minério que se obtém do material bruto, *in situ*.

Estes valores parâmetros são obtidos a partir de análises químicas feitas em base *in natura*. A seguir estão alinhados os teores dos compostos caracterizadores do bauxito, na área, obtidos de análises químicas com base *in natura*:

composto	% em peso
Al_2O_3	54,00
SiO_2	1,93
Fe_2O_3	4,20
TiO_2	1,20
PF	38,70

A transformação para base calcinada fornece os seguintes valores aproximados:

composto	% em peso
Al_2O_3	82,40
SiO_2	9,00
Fe_2O_3	15,00
TiO_2	8,50
PF	1,80

Não obstante essa demarcação para aplicação do termo bauxito na área, é sabido que, em média, os teores dos compostos analisados estão, do ponto de vista qualitativo, bem acima destes valores anteriormente citados. Como exemplo, pode ser alinhada a média de 81 análises, em base calcinada, do bauxito na área:

composto	% em peso
Al_2O_3	83,80
SiO_2	3,80
Fe_2O_3	8,16
TiO_2	2,03
PF	2,21

O conjunto de valores dados pela média das 81 análises, representam o melhor bauxito encontrado na área atualmente.

Argila altamente aluminosa: SANTOS (1975) designa to da argila caulinitica com teor de Al_2O_3 superior a 46%, após calcinação em temperaturas em torno de $1\ 000^\circ\text{C}$. GORDON *et al.* (1958) propõem o termo argila bauxítica para a associação de minerais de argila contendo impurezas como siderita, quartzo e outros, onde o teor de gibbsita é inferior a 50% e superior a 15% em análises químicas em base *in natura*. Os autores incluem também toda argila que possua percentagem de alumina superior a 24%.

Nesta dissertação o termo argila altamente aluminosa pode ser perfeitamente substituído pelo termo argila bauxítica. E é caracterizada como uma mistura de minerais de argila associados com gibbsita sob as formas denominadas concrecionárias e remobilizada (Fotografias 13 e 14). Possuem alto teor em sílica, algum óxido de ferro e outras impurezas. Sua cor é amarela da e é bastante plástica (Fotografia 6). Esse material na área possui teor em óxidos de alumínio inferior a 40% e superior a 30%, com sílica entre 10 e 32% e óxidos de ferro entre 5 a 12% (análise química com base *in natura*) - Inserem-se nesta matriz

argilosa, denominada argila altamente aluminosa, matacões e seixos de bauxito e de rochas alcalinas parcialmente intemperizados.

Argila caulinítica: GORDON *et al.*, (1958) definem como uma argila com composição essencialmente caulinítica, associada com outros minerais de argila, possuindo siderita e outras impurezas. Podendo haver gibbsita sem que ultrapasse 15%. SANTOS (1975) define como uma argila constituída principalmente de caulinita e ou halloisita, que queima com cores branca ou clara a 1 250° C.

Na área, o termo argila caulinítica é aplicado a argilas de coloração branca com matizes roxos e ou amarelados, onde o principal constituinte é a caulinita. Há pequenos nódulos de gibbsita dispersos nesta argila. Como também são observados blocos com mais de 4 m de diâmetro de bauxito na massa caulinítica. A argila caulinítica é observada com frequência nos jazimentos assentados diretamente em rochas alcalinas *in situ*, jazimentos denominados autóctones. Posicionam-se sempre em zonas de separação entre a rocha alcalina parcialmente intemperizada na parte inferior com a camada bauxitizada na parte superior. Apenas o jazimento da Sede, assentado em rochas do embasamento, é que se constitui exceção em relação aos outros jazimentos congêneres, pois, ao contrário dos demais, mostra caracteres que se assemelham aos jazimentos posicionados em contato direto com as rochas alcalinas. Pela Figura 11 nas seções colunares PAS 1, 2, 3 e 4 pode-se notar que há uma camada de argila caulinítica separando a rocha do embasamento da camada bauxitizada. Foram observados associados com a argila caulinítica outros minerais de argila não detectados na difratometria de raio X. Observada macroscopicamente a presença de hidróxidos de ferro, quartzo e outras impurezas.

Minério graúdo: É denominado minério graúdo, nesse trabalho, todo seixo ou matacão de bauxito que possua diâmetro superior a 20 cm. Deve-se salientar que são obtidos em determinados momentos da operação de exploração dos jazimentos e na exploração das ocorrências, matacões com até 4,80 m de diâmetro

de bauxito puro. Há blocos de bauxito com diâmetros superiores, nestes, porém, o núcleo é constituído de rocha alcalina parcialmente intemperizada. O minério graúdo em vista do exposto, segundo o seu modo de formação, pode ser separado em dois grupos:

a) matacão bauxitizado (Fotografia 4)

b) matacão parcialmente bauxitizado (Fotografia 5)

No minério graúdo, a sílica dificilmente é superior a 3,5% (a média de 74 análises com base *in natura* foi de 1,86% de SiO_2). O óxido de alumínio fica em torno de 47 a 58,70% (a média de 74 análises químicas com base *in natura* de minério graúdo forneceu 51,72% de Al_2O_3).

É fácil notar que se trata de um bauxito de baixo teor em sílica e teor considerável de óxido de alumínio. Os matacões de bauxito, tanto do grupo *a* como do grupo *b*, são encontrados somente associados às argilas bauxíticas, as quais lhes servem de matriz. Associam-se com freqüência matacões de rochas alcalinas parcialmente intemperizadas (chegam a mais de 23% em volume em alguns jazimentos). Este tipo de minério, em matacões, é o de melhor qualidade existente na área e nele é que se baseiam as explorações existentes.

Minério miúdo: Na área foi caracterizado como todo bauxito com diâmetro inferior a 20 cm e com teor de sílica sempre superior a 3,5% (em 18 análises químicas com base *in natura* deste tipo de minério obteve-se uma média de 8,15% de SiO_2). Seu teor em Al_2O_3 dificilmente é superior a 50% (em 18 análises *in natura* desse tipo de minério obteve-se uma média de 49,56% de Al_2O_3). É interessante notar que na faixa de 3,5 a 5% de SiO_2 são muito raros os bauxitos que a ela se enquadram. O que se observa são dois grupamentos distintos de bauxitos associados a duas faixas distintas de teor percentual de sílica. O primeiro sempre abaixo de 3,5% de SiO_2 e o segundo sempre acima de 5% de SiO_2 . Na primeira faixa enquadra-se o minério definido como graúdo e a segunda enquadra-se o minério denominado miúdo.

Há pelo menos dois tipos distintos de minério miúdo segundo seu modo de formação na área:

a) concrecionário (Fotografia 13)

b) remobilizado (Fotografia 14)

Das observações realizadas nas pesquisas e nos trabalhos constantes de lavra, foi notado que o miúdo concrecionário predomina na capa superficial que recobre o tálus, quase sempre em espessuras inferiores a 2,5 metros. Algumas vezes, associado ao húmus e freqüentemente com a argila bauxítica, respeitada a espessura mencionada acima (Fotografia 13).

O miúdo remobilizado tende a ocorrer com maior freqüência em zonas mais profundas. Foi observado apenas quando os trabalhos de exploração já estavam bem adiantados, não ocorrem em superfície como em alguns casos dos concrecionários e sua distribuição não é generalizada.

Bauxitização: BELINGA (1972) define como o processo onde intervêm diferentes mecanismos metalogênicos da natureza provocando a formação em certos casos de um jazimento de bauxito. ALLEN (1952) descreve que para a formação de bauxito há três processos assim caracterizados: 1) dessilicificação, onde a sílica é removida da argila, de feldspatos ou de outros minerais aluminosos; 2) migração, onde minerais de argila e hidróxidos de alumínio são transportados do local onde foram formados para o local onde se encontram atualmente e 3) ressilicificação, onde a sílica é adicionada à gibbsita para formar silicatos de alumínio hidratados ou argila.

Na área, o termo bauxitização está sendo empregado para a formação de bauxito a partir de silicatos primários principalmente de feldspatos e de feldspatóides (nefelina). O processo predominante é a dessilicificação. Ocorrendo tanto nas rochas alcalinas primárias como nas argilas.

Associado ao processo de bauxitização observa-se raramente caulinitização. WEBER (1959) propôs para a região de Poços de Caldas dois modelos simples de bauxitização para as rochas alcalinas daquela área:

- a) Bauxitização direta
- b) Bauxitização indireta

A primeira assemelha-se à do grupo 1 de ALLEN (1952) e a segunda diz respeito à passagem dos feldspatos das rochas alcalinas, por alteração, para caulinita mediante o acúmulo de água no período de decomposição destas rochas. Esta caulinita é posteriormente dessilicificada e transformada em bauxito.

O processo predominante observado na região de Lavrinhas é o da dessilicificação de ALLEN (1952), ou o denominado bauxitização direta de WEBER (1959) (Fotografia 5). Observa-se de maneira moderada a existência de processo de caulinitização com posterior bauxitização, semelhante ao processo denominado de bauxitização indireta de WEBER (1959). O fenômeno de bauxitização indireta ocorre com freqüência nos jazimentos assentados em rochas alcalinas, exceção seja feita para o Jazimento da Sede onde foi notada esta feição, embora não esteja assentado em rocha alcalina.

Tálus argiloso físico: São considerados tálus argilosos físicos, neste trabalho, os depósitos residuais alóctones que, por sua colocação frente à drenagem, permitem escoamento tal do lençol freático e das drenagens superficiais nos períodos chuvosos que favorecem uma predominância do intemperismo físico sobre o intemperismo químico. Isto facilita a migração de soluções ácidas oriundas da capa húmica, as quais, por infiltração propiciada pela boa porosidade do material ou por seu grau de fraturamento, vão sendo lixiviadas sem haver tempo para atacar as rochas subjacentes. Esta movimentação rápida das soluções ácidas provocam também, uma rápida variação no pH e Eh das soluções subterrâneas. No entanto como alcançam as drenagens de superfície com a mesma rapidez, são diluídas sem que haja tempo suficiente para fazer agir sobre o material circundante, seu efeito químico. Nestes tálus físicos observa-se quantidade pequena de bauxito, o que não elimina por completo a existência de processos químicos agindo no mesmo. No entanto, os trabalhos de campo mostraram que a quantidade de bauxito é reduzida em re

lação à quantidade de matacões e seixos de rochas alcalinas parcialmente intemperizadas, e mesmo de seixos e matacões de rochas pré-cambrianas resistentes como migmatitos, gnaisses por firoblásticos e quartzitos. O tálus físico normalmente está situado em peneplanos de altitudes mais inferiores e apresentam espessuras menores em relação aos tálus onde predomina o intemperismo químico (Fotografia 1).

O tálus físico, quando associado aos jazimentos situam-se quase sempre na periferia dos corpos, normalmente em zonas de acentuada declividade. Nas Figuras 8 e 10 os jazimentos CS, PL, PB, PO e SN são os mais representativos desta situação.

A Fotografia 12 é de uma área de tálus argiloso físico localizada 6 km abaixo da Jazida da Sede e a mais de 13 km do Maciço Alcalino de Passa Quatro. São nítidos os matacões e seixos de rochas alcalinas. A raridade de bauxito nesta área corrobora na conclusão de que há uma predominância do intemperismo físico sobre o químico. Aí nota-se que a drenagem não é fortemente encravada no substrato e, na época das cheias, quase alcança o nível superior do peneplano. Isto favorece o carregamento do material mais fino (argilas principalmente) e das soluções aquosas ácidas e básicas, agentes do intemperismo químico. Como em um processo simples de lavagem, as águas pluviais e das drenagens superficiais vão concentrando o material de granulção mais grossa de rochas resistentes, daí a predominância de matacões e seixos nos tálus argilosos físicos.

Tálus Argiloso químico: Na área é caracterizado por litologias constituídas de argilas altamente aluminosas, bauxito, argila caulínica e matacões e seixos de rochas alcalinas parcialmente intemperizadas. Trata-se de um tálus tipicamente argiloso, onde se insere todo o interesse econômico na área em vista da existência de concentrações consideráveis de bauxito. No tálus argiloso químico a drenagem superficial está fortemente encravada no substrato formando vales com declividades acentuadas (até 35°) (Fotografias 15 e 16), de forma que nos períodos chuvosos sofrem muito pouca influência das drenagens super

ficiais. Nos períodos chuvosos, esses tálus sofrem escoamento tal que dificilmente estão sujeitos a um "embebimento" por água, ocasionando a formação de argilas cauliníticas. Este aspecto é de vital importância para o desenvolvimento do processo de bauxitização direta como será visto adiante.

6.1.2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS BAUXITOS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor: ROUTHIER (1963), GORDON *et al.* (1958) e SANTOS (1975), têm relativamente os mesmos pontos de vista no que diz respeito à coloração dos bauxitos. A cor vermelha sem dúvida diagnostica a presença de impurezas sob a forma de óxidos e hi dróxidos de ferro, normalmente com sílica baixa. A cor branca denota bauxitos "desfêrricos", quase sempre enriquecidos em si lica. A cor marrom define as mesmas características dadas pela cor vermelha. A cor cinza diagnostica caracteres semelhantes a cor branca com matéria orgânica associada. A cor dos bauxi tos enfim varia consideravelmente e é controlada principalmente pelo teor de ferro e de outras impurezas presentes. A cor não é e nem deve ser um guia de qualidade do minério bauxítico, pode ser apenas um indicador impreciso da quantidade de ferro existente no bauxito.

Na área o bauxito possui a coloração predominante amarela, associada algumas vezes por tonalidades vermelhas claras. O minério graudo é caracterizado pela cor amarela, muito raramente branca e marrom. No caso do bauxito adquirir coloração marrom ou roxa, estes estão localizados no nível de base, na se paração do tálus com as rochas do embasamento. Tais rochas co mo foi visto são mais ricas em minerais possuidores de ferro do que as alcalinas da área (ver Tabelas 1 e 4). A alteração des tes minerais ferruginosos das rochas do substrato, associada à mobilidade das soluções aquosas subterrâneas de forma capilar ascendente, impregna os bauxitos existentes em seu caminho as

cencional. Há assim uma impregnação do bauxito com óxidos e hidróxidos de ferro em parte oriundos da alteração dos minerais primários das rochas do embasamento e em parte numa contribuição muito pequena das alcalinas. O minério miúdo é sempre bastante claro, quase branco, porém mantém certa tonalidade amarela. O miúdo concrecionário é ligeiramente amarelo e o miúdo remobilizado é sempre claro ou branco. A argila altamente aluminosa possui cor amarelada, vez ou outra com matizes vermelhos. A argila caulinítica é predominantemente branca, com alguns matizes roxos e amarelados.

Dureza: Das análises realizadas constatou-se que a dureza média do minério bauxítico segundo MOHS está em torno de 2. Há no entanto material com dureza acima de 3. Na Fotografia 5, no esquema anexo, evidencia-se a existência de uma capa gibbsítica em torno do matacão, cuja dureza é superior à parte interna do matacão. Este constitui o minério predominante na área. A parte interna é porosa e friável. Isto é observado nos matacões bauxitizados e nos parcialmente bauxitizados.

Massa específica: SANTOS (1975) descreve que os bauxitos porosos e pobres em sílica possuem massa específica aparente em torno de $1,2 \text{ g/cm}^3$ e que os bauxitos ricos em ferro e duros podem chegar a $3,5 \text{ g/cm}^3$. As análises realizadas no bauxito da área, pelo laboratório químico da EMAS S.A., forneceram valores de massa específica para o bauxito *in natura* de 1,3 a $1,5 \text{ g/cm}^3$. Sendo que na maioria das determinações os valores estão próximos de $1,3 \text{ g/cm}^3$.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Inicialmente deve-se optar por uma classificação a ser seguida para que assim se definam as características químicas observadas nos bauxitos da área. Foi tomada como base a classificação de LADOO & MYERS (1951), a qual é função do uso industrial e da composição química do bauxito. São alinhados os seguintes valores percentuais para os diversos usos do bauxito:

Uso industrial	Forma em que é usado o bauxito	Composição química percentual em peso			
		Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
Alumina e alumínio	úmido ou seco	48-60	até 18	até 13	até 4
Abrasivos	calcinado	80-85	até 8	até 8,5	até 4,5
Refratários	calcinado	78-85	até 8	até 8,5	até 4,5
Produtos químicos	seco	52-60	até 13	até 2,5	até 3,0
Cimento fundido	úmido	52-56	até 3,5	até 15	até 4
Clarificação de óleos minerais	ativado	75-80	até 10	até 9	até 4

A título de comparação estão alinhadas abaixo os valores médios de análises de 81 amostras, em base calcinada, realizadas em bauxito da área com a respectiva correspondência em base *in natura*:

% em peso de	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	PF
Base calcinada	83,80	3,80	8,16	2,03	2,21
Base <i>in natura</i>	54,00	1,93	4,20	1,20	38,67

Em uma rápida comparação com a classificação proposta por LADOO & MYERS (1951), pode-se verificar que, em média, o bauxito da área, do ponto de vista qualitativo, é excelente a quaisquer fins industriais propostos pelos referidos autores.

É notável como tal bauxito sob a forma de minério calcinado se adapte do ponto de vista qualitativo às especificações dadas para o fabrico de abrasivos. De acordo com informações verbais de diretores da Carborundum do Brasil Ltda., o bauxito da área nestas especificações enquadra-se entre os melhores do mundo para a finalidade de fabrico de abrasivos.

As caracterizações químicas dos tipos de minério estão descritas anteriormente (Tabela 3). Associam-se também análises químicas de bauxitos referentes aos poços representativos da pesquisa realizada na área (Tabelas 2, 7, 10, 14, 16, 18, 20, 22,

24, 26 e 28).

A argila denominada de argila altamente aluminosa ou argila bauxítica não foi qualificada nem quantificada como minério, embora sua especificação química o permitisse, como é visto pela análise média aproximada abaixo (média em 18 análises químicas):

Argila bauxítica	Compostos	% em peso
	Al_2O_3	38,77
	SiO_2	10,18
	Fe_2O_3	5,77
	TiO_2	1,31
	PF	43,97

Obs.: Análise química em base *in natura*.

O Al_2O_3 do minério bauxítico da área aparece sob a forma de gibbsita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$) (Tabela 5). Este trihidroxalado de alumínio traz associado como impureza principal, sílica sob a forma de caulinita e sílica livre sob a forma de grãos clásticos de quartzo englobados pela gibbsita. São encontrados também óxidos e hidróxidos de ferro, como também óxidos de manganês e titânio (Fotomicrografias 5, 6 e 7). Alguns minerais relictos são observados em bauxitos formados por processo de bauxitização direta. Parece haver um relacionamento do teor de Al_2O_3 com o grau de dissecação da zona bauxitizada. Em locais onde o talus encontra-se bem dissecado pela drenagem, há um teor maior de Al_2O_3 no bauxito desse local. Em comparação, em áreas mais úmidas o teor de alumina decresce consideravelmente. Isto poderia ser associado à formação de bauxitos de alto e baixo nível de GRUBB (1973). Muito embora, tais variações possam ser dadas por modificação do pH, facilitando uma melhor concentração de Al_2O_3 no bauxito tal como sugere GRUBB (1963). Infelizmente não

TABELA 3 - ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA DE MINÉRIO BAUXÍTICO DE LAVRINHAS, SP

Porcentagens em peso

MINÉRIO	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
Miúdo concrecionário	2,25	15,18	1,48	6,98	76,11
Miúdo concrecionário	1,86	9,58	1,40	7,50	77,70
Miúdo concrecionário	0,18	9,22	1,48	22,95	66,70
Miúdo remobilizado	3,54	9,01	1,74	9,15	76,56
Miúdo remobilizado	2,29	8,22	1,90	7,80	79,99
Miúdo remobilizado	2,30	7,63	1,56	8,63	79,88
Graúdo	3,18	1,20	1,50	8,40	88,90*
Graúdo	0,30	3,10	1,74	7,91	86,95
Graúdo	3,04	2,84	1,66	8,00	84,50

* Porcentagem máxima obtida.

foi possível assumir um posicionamento definitivo entre uma ou outra hipótese, já que os dados analíticos químicos disponíveis não se adequaram ao processo de comparação proposto pelo autor em suas publicações.

A sílica, quimicamente, ocorre na formação de compostos de alumínio tipo caulinita. Embora subsistam relictos de quartzo (Fotomicrografia 8), estes pouco pesam no cômputo geral, já que são relativamente raros. Ainda como silicatos observados nos bauxitos, são encontrados relictos de feldspatos e relictos de titanita (Fotomicrografia 9). Genericamente o teor percentual em peso do SiO_2 nos bauxitos da área dificilmente ultrapassa 15%.

Os hidróxidos de ferro ocorrem amplamente sob a forma de compostos químicos constituindo minerais do tipo limonita, goethita. Como óxido é freqüente sob a forma de magnetita e em certos casos na forma de hematita. Em linhas gerais os bauxitos em jazimentos encaixados em rochas do embasamento possuem elevados teores de Fe_2O_3 e SiO_2 , quando a amostra analisada provém de proximidades do contato com as encaixantes. Isto é facilmente verificável na amostra pela sua coloração vermelha escura, quase roxa. Já os bauxitos assentados em rochas alcalinas são menos ricos em ferro comparativamente. Das análises realizadas nos jazimentos cubados foi constatado que o ferro sob a forma de Fe_2O_3 raramente ultrapassa 10% em peso.

O titânio quimicamente ocorre sob a forma de TiO_2 e provavelmente está sob a forma mineral do anatásio. A titanita observada, na maioria das vezes, encontra-se alterada, formando anatásio e contribuindo com a sílica de sua constituição, para possivelmente formar caulim. Muito embora, frequentemente, seja observada englobada em bauxito sob a forma de titanita primária reliquiar. O TiO_2 nos bauxitos da área raramente possuem porcentagens em peso superiores a 2%. Em um único caso, amostra A CF II, chegou a 3,70% em base calcinada.

Na Jazida da Sede foi possível constatar que há uma zonalidade nos teores dos compostos anteriormente mencionados,

ditados unicamente por variação topográfica. Ficou comprovado que os bauxitos de superfície, tipo minério miúdo e mesmo raros remobilizados, são bastantes ricos em sílica. Possuem sempre porcentagens em peso superior a 5% de SiO_2 , sendo o máximo notado no Jazimento Pedrinhas B, na amostra O-PB, contendo 15,88% de sílica em base calcinada.

À medida que se aprofunda no tálus, em direção à encaixante, o bauxito vai perdendo este alto teor percentual em sílica, ficando em média em torno de 3,80% de SiO_2 em base calcinada. Na Figura 11, as seções colunares evidenciam a existência de minério bauxítico do tipo miúdo, próximo à superfície em espessura real próxima de 2 m (seção PAS 3). À medida que se ultrapassa esta profundidade começam a surgir seixos e matacões de bauxito predominantemente. Aí o teor de sílica diminui consideravelmente.

Neste jazimento ainda foi observado que nas partes topograficamente mais baixas e melhor umedecidas pelos períodos pluviais, surgem interdigitações e camadas de separação de argila caulinítica como matriz dos matacões e seixos de bauxito. Aí a sílica tende a ligeiro aumento. Na faixa limítrofe do contato (Figura 11, seções PAS 1, 2, 3 e 4), as interdigitações de caulinita surgem entre 4 e 7 metros de profundidade. Nas seções PAS 1, 3 e 4, foi notado que próximo à zona de contato com o embasamento o bauxito adquire teores elevados de ferro (Tabela 3). Surgem aí alguns seixos de gnaiss bauxitizado.

6.1.3 - TEXTURAS

O bauxito em Lavrinhas ocorre conforme muitas formas texturais. Há no entanto quatro tipos distintos e generalizados que podem assim ser denominados:

- 1 - Bauxito massivo,
- 2 - Bauxito de textura granular,
- 3 - Bauxito concrecionário e
- 4 - Bauxito vermicular.

TABELA 4 - ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE "IN NATURA"

MATERIAL	Porcentagens em peso						
	% H ₂ O	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃	% MnO ₂
Matriz argilosa	26,38	14,60	27,10	0,82	3,44	27,64	*
Nefelina sienito	5,81	6,29	38,76	0,70	3,09	45,35	*
Nefelina sienito calcinado	*	*	44,10	0,80	3,52	51,58	*
Argila altamente aluminosa	19,80	24,13	10,18	1,31	5,77	38,77	*
Minério ferruginoso calcinado	-	1,80	2,70	3,70	15,52	76,28	*
Gnaisse bauxitizado calcinado	-	3,28	34,32	1,50	15,20	45,70	*
Minério bauxítico graúdo	-	30,44	2,10	1,30	7,01	57,59	1,26
Minério bauxítico miúdo	-	20,54	14,85	1,10	6,69	55,91	0,61
Minério bauxítico miúdo	-	26,56	8,70	1,10	7,32	54,24	1,78

* = Não foi dosado.

O bauxito massivo é o predominante na área e a ordem de colocação exposta acima representa a ordem de frequência dos materiais na área. Todas essas formas podem ser modificadas com a subsequente adição ou subtração por mobilização, de gibbsita, óxidos e hidróxidos de ferro, caulinita e sílica coloidal, assim como sofrer adição de água formando outros compostos em processo metassomático, com texturas menos comuns. Podem também serem erodidas e redepositadas. Segue-se uma descrição das variedades:

1 - Bauxito massivo: trata-se do bauxito que não possui textura distinta, é a denominada argila altamente aluminosa, descrita anteriormente. Encontrada em todos os tipos de depósitos. É considerada a matriz do tálus químico, juntamente com a argila caulinítica (Fotografia 6).

2 - Bauxito granular: trata-se de bauxito com preservação em grande parte da textura primária da rocha alcalina formadora. É comum observar-se pseudomorfos de minerais primários nesse tipo de bauxito ao microscópio petrográfico (Fotomicrografia 9). Este tipo de bauxito é encontrado em todos os jazimentos e é fácil reconhecê-lo nos espécimes de mão, pois a textura da rocha-mãe formadora mostra-se bem preservada. Denotam sempre um aspecto proeminente "esponjoso". Os dois tipos de minérios graúdos são os melhores representantes dessa textura. O minério miúdo concrecionário em determinadas amostras fornece também exemplos dessa textura. Este tipo é extremamente poroso e mantém elevado número de cavidades que obedecem a um paralelismo reliquiar dos feldspatos de que se originam (Fotomicrografias 10, 11 e 12). Tal minério é semelhante ao de "textura granítica" descrito por GORDON *et al.* (1958). Nos espécimes cuja porosidade diminui, este controle textural reliquiar de preenchimento desaparece (Fotomicrografia 6) em face do preenchimento por gibbsita microcristalina, em certos casos, ser mais acentuado. Como também ainda pode haver preenchimento por óxidos e hidróxidos de ferro (Fotomicrografia 5) mascarando tal tipo de orientação. O observado nas texturas porosas e menos porosas é um preenchimento de gibbsita que se dá nos "vazios" formados pelas clivagens, fraturas e mesmo contatos dos cristais de minerais existentes

na rocha primária. Isto ocorre na fase de alteração inicial dos silicatos constituintes das rochas primárias, principalmente feldspatos potássicos e feldspatóides (nefelina). Os óxidos e hidróxidos de ferro, ao seu tempo, produzem as mesmas estruturas como é demonstrado na Fotomicrografia 9.

3 - Bauxito concrecionário: é representado principalmente pelo minério miúdo do tipo concrecionário. São caracterizados por formas nodulares, muitas vezes redondos, localizando-se com freqüência na parte mais superficial do tálus (cerca de 2,5 metros). Em determinados locais são encontrados seixos arredondados, endurecidos, de cor clara com aspecto brechóide, também denominados de bauxito concrecionário. Este material ocorre com relativa freqüência no nível de base do tálus com o material pré-cambriano. Seções delgadas deste material, ao microscópio, mostram grupos compactos de gibbsita microcristalina. A gibbsita preenche quase totalmente as amígdalas e cavidades deixadas pela lixiviação dos minerais primários (Fotomicrografia 7). Nos gnaisses porfiroblásticos já parcialmente intemperizados também foram encontradas tais texturas.

4 - Bauxito de textura vermicular: é representado principalmente pelo minério miúdo remobilizado. Possui diâmetro máximo de 4 cm e mínimo em torno de 0,3 cm (Fotografia 14). Representam macroscopicamente estruturas vermiculares e são freqüentes na zona da argila altamente aluminosa. Não possuem tanto quanto se pode observar distribuição regular, pois, em determinados jazimentos é freqüente e, em outros, quase inexistente. Trata-se de bauxito resistente, composto quase que exclusivamente de gibbsita, com coloração amarelo clara e que pode ser facilmente confundido com argila. Porém é insolúvel na água ao passo que o material argiloso tende a plastificar-se e depois solubilizar-se na água. Ao microscópio as texturas vermiculares são proeminentes (Fotomicrografia 13). Essas texturas são comumente associadas aos bauxitos cuja porosidade foi diminuída pela colocação de gibbsita em suas cavidades. A da Fotomicrografia 13 está situada numa outrora cavidade, deixada pela lixiviação e dessili

cificação do mineral ali existente. É comum observar-se hidróxi dos de ferro associados a essas texturas. Não tão freqüentes quanto os hidróxidos de ferro, ocorrem cristais de quartzo e nódulos de óxidos de manganês. Em termos comparativos a textura em esqueleto da Fotomicrografia 14 é reflexo ao microscópio da observação megascópica na área da lavra do material evidenciado na Fotografia 14, que é o bauxito vermicular, definido como minério miúdo remobilizado. Tal qual nas descrições de Gordon *et al.*, (1958), a massa desse material é composta de gibbsita criptocristalina, formando uma matriz fina, isotrópica em nódulos cruzados. O desenvolvimento da parte central da textura em esqueleto, exposta na Fotomicrografia 14, sugere uma formação inicial por preenchimento de uma provável zona de fraturamento e/ou clivagem. As ramificações como se percebe são pouco retilíneas e mal desenvolvidas, não apresentando uma orientação aparente, dando a impressão de terem se depositado aleatoriamente, pelo menos na maioria dos casos.

5 - Outras texturas: texturas coloformes são também observadas (Fotomicrografia 13), como produto de uma remobilização no material constituído de gibbsita microcristalina. Estas estruturas são reflexo de uma contínua lixiviação e mobilidade dos hidróxidos de alumínio, principalmente gibbsita. Isto propicia a formação de texturas coloformes e mesmo texturas em esqueleto. Texturas fibro-radiadas, formadas de agregados fibro-radiados de cristalitos de gibbsita, em determinados casos são proeminentes (Fotomicrografia 15). Feições texturais "nodulares" podem ser vistas quando há razoável acúmulo de pequenos nódulos de manganês semelhantes ao verificado na Fotomicrografia 5.

6.1.4 - CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA

Minerais de alumínio: gibbsita é o principal mineral de minério da região de Lavrinhas. Ocorre principalmente sob a forma microcristalina. Algumas vezes observa-se gibbsita criptocristalina, sempre associada com agregados de gibbsita microcristalina. A forma de ocorrência criptocristalina ao microscópio de

nota efeitos ópticos fracamente isotrópicos, talvez devido a sua associação com a gibbsita microcristalina. Comporta-se assim como um mineral amorfo. Não obstante os difratogramas de raio X mostrarem resultados coerentes quanto à definição de gibbsita criptocristalina, há o pormenor da fácil contaminação com o material microcristalino, já que a separação de ambos é difícil e propicia a contaminação. No entanto, ao microscópio a feição amorfa é proeminente em algumas seções (Fotomicrografia 7), e o padrão dos difratogramas mostrou coerência quanto à determinação de gibbsita (observar Tabela 5).

A forma microcristalina ocorre em agregados, ora preenchendo fraturas, ora clivagens reliquias de minerais primários. Há possibilidade de preenchimento de zonas de contato entre cristais de minerais que foram previamente lixiviados. É comum o preenchimento de cavidades (Fotomicrografia 16). Ao microscópio mostram-se com relevo moderado a fraco e com coloração cinza clara. Em algumas cavidades mais individualizadas podem ser observados com nitidez cristais de gibbsita (Fotomicrografia 16). Possuem birrefringência moderada e extinção oblíqua. Em algumas amostras de minério miúdo e em todas de minério graúdo, onde foi confeccionada seção delgada, nota-se essa variedade de gibbsita. As texturas denominadas concrecionárias e granulares dos bauxitos, sempre apresentaram gibbsita microcristalina bem individualizada. Não raro, a gibbsita microcristalina preenche cavidades em sucessão com hidróxidos de ferro, formando estruturas como a da Fotomicrografia 7, como também é comum seu preenchimento reliquiar em feldspatos, como o mostrado nas Fotomicrografias 8, 10, 11 e 12.

Caulinita: junto com a sílica é a principal impureza no minério da região. Raramente encontrada em níveis superiores nos jazimentos encaixados no embasamento. Bastante freqüente nos jazimentos encaixados nas alcalinas, ocorrendo no contato entre a rocha e a camada mineralizada. Quando encontradas nos jazimentos do embasamento estão num nível intermediário a inferior, dentro da espessura do tálus. Em vista de uma não-homogeneidade em sua distribuição, fica difícil definir-se um perfil modelo gene

realizado para os depósitos de tálus, embora alguns deles o permitam, caso da Jazida da Sede por exemplo (seções 11 e 12). Difícilmente encontra-se caulinita nas texturas de minérios denominadas granulares e concrecionárias. Por outro lado, é comum a inclusão de matacões em massa de argila caulinítica de cor branca a cinza clara formando alguns nódulos endurecidos no nível de base de grande parte dos jazimentos estudados, sob a forma de brechas (Fotografia 10). Em seção delgada apresenta-se translúcida a transparente, em granulação extremamente fina, mostrando relevo baixo.

MINERAIS DE FERRO

Hematita: associada principalmente com minério de textura granular e concrecionária. É comum observar sua presença nos jazimentos em exploração, nas zonas lavadas pela chuva formando acúmulos de grãos de grã fina e de cor cinza clara, que em análises químicas mostraram alto teor de Fe_2O_3 . Em algumas seções delgadas de bauxito, notou-se a presença de hematita, associada a emaranhados reticulares desenvolvidos pela gibbsita microcristalina (Fotomicrografia 10).

Magnetita: encontrada nas mesmas condições da hematita. Nas seções delgadas não foi observada. Detectada apenas pela passagem do ímã sob o material obtido em lavagem de bauxito miúdo.

Hidróxidos de ferro: associado à formação dos lateritos aluminosos (bauxitos), forma-se o laterito ferruginoso, com associação de goethita, limonita e outros hidróxidos de ferro, como descreve FOX (1932). Na região de Lavrinhas não ocorre propriamente um laterito ferruginoso, pois o processo de laterização como o de bauxitização é precoce. Não obstante esta restrição, a formação simultânea de hidróxidos de ferro e alumínio são observados com frequência. Apesar de não totalmente definidos, tratam-se sem dúvida de hidróxidos de ferro encontrados em lateritos, e citados acima. A Fotomicrografia 5, em seu lado

direito, mostra um acamamento de hidróxidos de ferro associados à gibbsita microcristalina. É provável que o hidróxido de ferro no caso seja goethita. A parte interna escura na Fotomicrografia 7 é admitida como uma deposição de hidróxidos de ferro, mais provavelmente limonita, a qual preenche uma amígdala, em associação com gibbsita microcristalina na parte mais interna.

OUTROS MINERAIS OBSERVADOS

Titanita: não é observada sob esta forma nos bauxitos, mas sim sob a forma de anatásio provavelmente, embora alguns relictos do mineral titanita estejam bem preservados, como o verificado na Fotomicrografia 9. Há concentrações razoáveis de TiO_2 no minério. O máximo verificado foi de 3,70% em peso de TiO_2 para análise em base *in natura*, sendo que a média é de 1,70%. Este teor de TiO_2 corresponde à desagregação dos cristais de esfeno encontrados nos nefelina sienitos com relativa abundância.

Manganês: em algumas seções de bauxito notou-se a existência de nódulos cuja esfericidade é marcante. Trata-se de minerais opacos, que pela sua forma e por outros caracteres foram classificados como óxidos de manganês. Análises químicas em base *in natura* forneceram resultados percentuais de óxidos de manganês dos bauxitos (Tabela 4). Na Fotomicrografia 5 é visível o nódulo de manganês, ocupando uma cavidade parcialmente tomada por gibbsita microcristalina.

Quartzo: não são abundantes cristais de quartzo, embora identificados na maioria das seções delgadas. Apresentam forte birrefringência, o que os destaca imediatamente das gibbsitas. Na Fotomicrografia 8, localizado em uma cavidade, pode-se visualizar um cristal de quartzo associado ao bauxito de textura granular, composto principalmente de gibbsita microcristalina.

Sílica microcristalina: foi notada no estudo das seções delgadas, entremeada com a deposição de gibbsita microcristalina. Provavelmente trata-se de calcedônia, porém como se encontravam em percentual reduzido e, os cristais observados eram

TABELA 5
DIFRATOGRAMAS DE RAIOS X

extremamente pequenos, não foi permitida uma identificação precisa.

6.2 - OS JAZIMENTOS

6.2.1 - DISTRIBUIÇÃO

Tendo como base a Figura 8, pode ser destacada a área de distribuição dos jazimentos bauxíticos, a qual se inicia nas rochas alcalinas no extremo norte da área e finaliza ao extremo sul, em rochas do embasamento. Tais jazimentos distribuem-se em rumo N-S e, de modo geral, apresentam-se em formas alongadas segundo este sentido. Na área representada pela Figura 8, estes jazimentos estão acompanhando o curso dado pelo Córrego do Bracinho, a norte, e pelo Ribeirão do Braço, mais a sul.

Considerando-se o tipo de relevo da área em que estes jazimentos se encontram, tais concentrações minerais, do tipo residual, não se comportam de forma clássica. Ou seja, não se apresentam em cotas topográficas uniformes, tais como os jazimentos residuais clássicos, onde predomina uma peneplanização intensa, provocando assim pouca variação na topografia aliada diretamente à mineralização residual.

Na área dos jazimentos residuais não se notam penepla nos típicos. O que mais se aproxima à tal feição é uma parte muito restrita da área, evidenciada na Fotografia 11, embora se saiba que não se trate de peneplanos. A variação topográfica é grande de um jazimento a outro, basta dizer que os jazimentos são encontrados desde a altitude máxima de 1 500 metros acima do nível do mar (Jazida do Olício) até a mínima de 900 (Jazida da Sede). Uma variação pois de 700 metros em apenas 3 km (Figuras 6, 7 e 8).

Há jazimentos em vários posicionamentos topográficos, limitados em parte pela faixa de altitudes acima mencionada. No entanto, sabe-se de ocorrência a altitude de 1 820 metros, já fora da área mapeada, adentro do maciço alcalino. Um caráter

no entanto é marcante: os jazimentos posicionados em cotas inferiores a 1 400 metros são observados sobrepostos às rochas do embasamento, e os posicionados em cotas superiores a 1 400 metros encontram-se sobrepostos às alcalinas.

Embora na área mapeada o comportamento seja em parte o acima descrito, sabe-se que as ocorrências estendem-se por toda a borda do Maciço Alcalino de Passa Quatro, e, parte, pela borda do Maciço Alcalino do Itatiaia, como também sobre os referidos maciços.

Os depósitos ocorrem como unidades descontínuas, e com formas geralmente irregulares. No mapeamento representado na Figura 8, considerando-se as duas dimensões ali utilizadas, os corpos tendem a formas elipsoidais. Classificando, segundo ROUTHIER (1963), com base nas dimensões e forma do corpo mineralizado, eles se enquadram como corpos "sem forma geométrica definida" (disformes), denominados de "amas".

Estes corpos mineralizados contêm geralmente toneladas em bauxito que não ultrapassam a 200 000 toneladas como reserva medida. Tais concentrações minerais ocorrem distribuídas por área relativamente grande se comparada com jazimentos bauxíticos similares, tais como os de Lages-SC, Poços de Caldas-MG, Itamonte-MG e outros. A espessura real mineralizada dos jazimentos da área não ultrapassa os 9,50 metros e em média mostra extrema variação num mesmo jazimento. Em área ocupam de modo geral cerca de 150 000 m².

A distribuição, forma e, mesmo, a qualidade destas concentrações minerais dependem de controles geológicos determinados principalmente por:

- a - Natureza da rocha formadora,
- b - Efeitos tectônicos que antecederam e procederam à formação dos jazimentos e
- c - Variações paleoclimáticas e efeitos microclimáticos atuais.

Os efeitos destes fatores sobre os jazimentos bauxíticos serão discutidos a seguir.

6.2.2 - FATORES CONTROLADORES DA OCORRÊNCIA DOS JAZIMENTOS

6.2.2.1 - NATUREZA DA ROCHA FORMADORA

A grande variedade de rochas alcalinas que constituem o Maciço Alcalino de Passa Quatro provoca uma distinção qualitativa sensível nos jazimentos estudados. Considerando no entanto que a maioria destes jazimentos encontram-se em zonas de tálus, onde o material ali observado constituí-se de um agregado destas várias rochas alcalinas, fica difícil precisar com exatição se as variações qualitativas são produto de variedade específica de alcalinas.

No Capítulo 5 foi mostrado, pela Tabela 1 e pela Tabela 3, que alguns nefelina sienitos, principalmente pela existência de grande porcentagem de feldspatóide, possuem elevado teor em Al_2O_3 . Ficou claro no decorrer dos trabalhos de campo que os bauxitos assentados diretamente em rochas alcalinas, principalmente nefelina sienitos, eram os que possuíam melhores qualificações (Tabelas 11 e 12).

Sem dúvida, os nefelina sienitos são a principal fonte de origem dos depósitos bauxíticos, em consequência do seu alto conteúdo em alumina (Tabela 3), sua susceptibilidade ao intemperismo, dada pela facilidade com que se dá a percolação d'água e a consequente lixiviação de componentes indesejáveis, como também, pela ampla distribuição desta variedade de rocha alcalina no tálus. Paralelamente outras variedades de rochas alcalinas são encontradas na área, e mostram-se parcialmente bauxitizadas, tal como o ilustrado na Fotografia 5. Variedades estas que são: microsienitos, sienitos, fonolitos, tinguaitos e foiaítos.

Embora as análises da Tabela 3 representem uma peque

na parcela de material amostrado e analisado, têm valor representativo para uma avaliação geral. É fácil notar a elevada porcentagem em peso que a sílica e o ferro assumem neste tipo de minério, ou seja, respectivamente 34,32% e 15,20%, para o caso da análise do gnaiss bauxitizado. Estes valores qualificam este material como bauxito de alta sílica e alto ferro. Uma observação na Figura 11, seções PAS 1, 3 e 4, mostra claramente o posicionamento constante deste tipo de minério, ou seja, bastante próximo da encaixante, no caso o próprio gnaiss. As feições texturais deste tipo de minério, dadas principalmente pela forte orientação reliquiar do gnaiss, aliadas a outras feições como elevado teor em sílica e ferro, relictos de quartzo clástico, conduz a suposição que se trate de bauxito oriundo de rocha metamórfica. Isto posto, permite estabelecer um critério de qualificação dos vários tipos de minérios. Poderia ser aqui inserida uma classificação baseada na origem dos vários tipos de minérios descritos neste trabalho, o que colocaria esta dissertação fora de seus propósitos. No caso específico, o objetivo é apenas destacar que em função da fonte (rocha mãe) formam-se variedades distintas de bauxitos, os quais podem caracterizar-se pela cor, porosidade, feições químicas e microscópicas. Um ponto no entanto é pacífico, se há bauxito, há inevitavelmente matações e seixos de alcalinas sãs, associados à argila, se não caulínica, à argila fortemente aluminosa (Tabela 3).

6.2.2.2 - EFEITOS TECTÔNICOS QUE ANTECEDERAM E PROCEDERAM À FORMAÇÃO DOS JAZIMENTOS

Com base no que foi discutido no Capítulo 5, item 5.5, pode-se alinhar importantes conceituações sobre os jazimentos, relacionando-os a efeitos tectônicos.

A primeira delas diz respeito ao preenchimento da paleotopografia existente pelo tálus, quando de sua movimentação do maciço por sobre as rochas do embasamento. Esta movimentação do tálus, propiciada em grande parte pelo desnível topográfico

fico criado pela formação do Gráben do Paraíba do Sul, fez com que toneladas de argila, matacões e bauxito acompanhassem tal movimentação (Figuras 9, 11 e 12, Fotografia 1). Estes materiais encontravam-se estáticos, numa posição denominada autóctone. Com esta movimentação assumiram uma nova posição não *in situ*, a qual pode ser denominada de alóctone.

Em consequência o material bauxitizado, contido nas áreas estáveis do maciço, preencheu os paleovales existentes, de tal forma que o paleorelevo existente sofreu total masking provocado por deslizamento de terra ou correntes de lama como foi descrito no Capítulo 5, item 5.5.2.

A segunda observação atém-se tão somente ao fato de que todos os jazimentos, sem exceção, encontram-se em pequenas colinas (Figuras 8 e 10, Fotografia 11). Sem dúvida, efeitos erosivos causados pelo grande vigor das drenagens atuais poderiam desenvolver um modelado que destacasse colinas na área, a ponto de posicionar o tálus bauxitizado nas elevações atuais, tal como é observado hoje em dia. Isto no entanto é extremamente caprichoso e especulativo, pois forçaria a se pensar em uma forma erosiva diferencial, que desenvolvesse tal relevo. Sabe-se que tal raciocínio já foi utilizado para procurar explicar a formação do Vale do Paraíba (MORAES REGO, 1938, *in* FREITAS, 1956). Tal hipótese em vista dos estudos tectônicos posteriores da região, foi abandonada por completo. Assim aceitar que o tálus na área encontra-se na atual posição simplesmente por erosão diferencial, seria desconhecer por completo o atual panorama de conhecimentos tectônicos da região e voltar a estágio anterior. Destaque-se ainda o seguinte: como erodir somente rochas resistentes sotopostas a rochas menos resistentes, sem afetar estas últimas? É o que ocorreria se fosse aceita a teoria de erosão diferencial, pois teriam sido erodidas as litologias que constituem o embasamento e seriam preservadas as que constituem o tálus.

Na Figura 8, por exemplo, na parte compreendida pelo

Córrego do Bracinho, pode-se visualizar o encravamento desta drenagem nos quartzo-biotita xistos e nos quartzitos. A mesma feição é denotada na Figura 10 onde claramente os talus aparecem em posição elevada em relação ao embasamento, aí já exposto pelas drenagens.

Não há dúvidas de que as drenagens tiveram e têm grande contribuição no processo erosivo da área, no entanto elas não são tão desenvolvidas ao ponto de criarem desnível tão profundo como os observados. A explicação deve ser dada em boa parte pela tectônica atuante na região, por sinal bastante enérgica.

Fica quase impossível explicar a inexistência de relictos de material coluvionar e de tálus nestas áreas drenadas, se não se pensar que boa parte do desnível topográfico criado tenha sido imposto tectonicamente. Com base nestas observações pode-se pois caracterizar duas posições dos tálus mineralizados:

- 1) Estão sempre posicionados nas partes mais elevadas do atual relevo.
- 2) Obedecem a orientação de movimentação do tálus, ou seja, das alcalinas para o centro do Vale do Paraíba do Sul.

Há elevações típicas, indicativas de mineralização, como a da área denominada Pedrinhas Norte. No entanto não ocorre mineralização lá. Tal área foge dos conceitos impostos pelas observações acima citadas, constituindo-se pois numa exceção.

Desta forma, a tectônica que agiu sobre os jazimentos já existentes, têm fundamental importância na colocação e forma destes jazimentos, pois seus contornos inferiores estão ditados pela sinuosidade de paleotopografia subjacente e sua tonelagem condicionada à possibilidade de colocação de maior ou menor volume de material que pudesse ser depositado no período de movimentação do tálus.

As mudanças de gradiente, provocadas pela tectônica que envolveu a formação do Gráben do Paraíba do Sul, agiram no período

do de formação dos depósitos, associando a eles grande volume de matacões, blocos e seixos de rochas alcalinas sãs, fornecendo pois, elementos para uma qualificação pouco desejável do ponto de vista extrativo.

Há ainda que se considerar o fato de que os jazimentos observados sobre as rochas alcalinas, considerados autóctones, es tão visivelmente mal formados, apresentando evolução precoce do bauxito, pouca formação de bauxito circundando os blocos e sei xos de rocha alcalina sã, ampla distribuição dos mesmos blocos e seixos sem quaisquer vestígios de bauxitização e com cobertura eluvional pouco espessa se comparada com rochas topograficamente mais baixas. Pouco espessa, também, se comparada com o próprio tá lus. Em vista da elevada precipitação pluviométrica existen te próximo ao maciço, nota-se ampla ocorrência de caulinita, as sociada a uma incipiente formação de bauxito por bauxitização in direta, do tipo proposto por WEBER (1959) para o Maciço Alcalino de Poços de Caldas.

Os maciços estão muito mais desprovidos de cobertura que as rochas do embasamento, capeadas em parte pelos tá lus. Pro vavelmente, a tectônica contribuiu para esta denudação e seria a responsável pelo atual panorama de prevalência da denudação físi ca sobre o intemperismo químico na área tectonizada do maciço. O que sugere uma explicação para as concentrações minerais de bau xito na área estudada, situadas sobre o maciço, apresentarem-se como ocorrências.

6.2.2.3 - VARIAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E EFEITOS MICROCLIMÁTICOS ATUAIS

Por volta do Oligoceno-Mioceno, a área focalizada nes te trabalho começa a sofrer efeitos da superfície de erosão de nominada "Japi" (ALMEIDA, 1976), posteriormente à atividade vul cânica alcalina.

Como a atividade vulcânica adentrou-se ao Paleoceno, e o início da formação do Gráben do Paraíba do Sul data do Oligo ceno-Mioceno, segundo ALMEIDA (1976), admite-se com base nas in

formações fornecidas anteriormente, que o material bauxitizado na área tenha sido formado por volta do Paleoceno-Oligoceno, como será visto no Capítulo 8.

A existência de camadas coluvionais bauxitizadas em espessuras superiores a 16 metros (pesquisa realizada pela C.B.A. no Maciço Alcalino de Passa Quatro), ultrapassando em muito a espessura observada no tálus, sugere um amplo período de bauxitização. Considerando-se o atual microclima existente no maciço, o qual é totalmente adverso à formação de bauxito, só se pode creditar o período de bauxitização a uma época mais remota. No entanto, estas imposições climáticas exercidas preferencialmente no domínio do maciço, foram alteradas pela tectônica exercida sobre o mesmo, bem como, por uma modificação gradual do clima dada pela modificação do ambiente.

Isto posto, admite-se que as variações climáticas atuais definem, em parte, uma continuidade do processo de bauxitização, como foi dito anteriormente. No maciço atua hoje um clima diferente do geral observado na região, e que sem dúvida é bastante diferente do imposto no Paleoceno-Oligoceno, de tal forma que este clima, aliado à topografia fortemente abrupta, inviabiliza quaisquer processos de bauxitização atual que porventura pudesse ser estabelecido nesta parte da área. A denudação física é visivelmente predominante sobre o intemperismo químico. Como se sabe, ambos são regidos fundamentalmente pelo clima.

Desta forma, pode-se com relativa precisão distinguir-se áreas promissoras do ponto de vista distributivo, baseando-se tão somente no clima atual e na imposição tectônica sofrida pelo Maciço Alcalino de Passa Quatro. Não há já zimentos importantes situados na parte tectonizada do maciço. Nesta região predomina um microclima quase temperado, cobrindo a parte sul do maciço, em território paulista (sul). Ao passo que do lado mineiro (norte) o maciço mostra portentosos depósitos bauxíticos, que não apresentam condições para uma continuidade dos processos químicos que ditam a bauxitização. Do lado paulista, os depósitos importantes situam-se em zonas mais baixas e

sempre a distâncias consideráveis do maciço, aparecendo sempre sobre a forma de talus, sobrepostos às rochas do embasamento, já, então, sofrendo influência de um clima mais propício à continuidade da bauxitização, que é aquele definido pelo DAEE (1976) (Observar Figuras 5, 6, 7 e 9 e Fotografias 1 e 11).

6.2.3 - TIPOS DE DEPÓSITOS

Os depósitos de bauxito encontrados na região de Lavrinhas são sem dúvida formados inteiramente pela alteração de rochas alcalinas várias, com predominância de nefelina sienitos. Os trabalhos de campo realizados na Fazenda Mato Quieto e adjacências, para as ocorrências e depósitos de bauxito ali existentes, indicaram que tais concentrações minerais podem ser classificadas em três tipos, com possíveis combinações de dois deles. São:

- 1º - Depósitos residuais sobre rochas alcalinas
alóctones na forma de tálus
- 2º - Depósitos residuais sobre rochas do embasamento na forma de tálus e,
- 3º - Depósitos residuais sobre rochas alcalinas
autóctone na forma eluvionar

Com estes três tipos distintos é possível enquadrar qualquer outra ocorrência de bauxito que porventura venha a ser encontrada na área. Sem dúvida, os vários tipos de depósitos estudados possuem particularidades específicas.

Baseando-se na classificação descrita por ROUTHIER (1963), em autóctones e alóctones, pode-se enquadrar os tipos da seguinte forma: os tipos 1 e 2 são caracteristicamente alóctones e o tipo 3, autóctone. No entanto, o termo alóctone empregado no caso não distingue os tipos 1 e 2, pois serve tanto

para um como para o outro, além do que como será visto na descrição destes tipos de jazimentos, cada qual possui particularidades próprias, além da distinção na encaixante. Dessa forma preferiu-se classificar os depósitos de forma que denotassem o mais rigorosamente possível, as suas características.

Há ainda os casos específicos de jazimentos mistos como o do Manoel Joaquim I, como eluvião em rocha alcalina (autóctone) por um lado e, por outro, assentado em rochas do embasamento (alóctone). Neste caso combinação dos tipos 1 e 2.

O mesmo ocorre com o Jazimento do Olício, que é um misto dos tipos 1 e 3. Ou seja, parte do jazimento é eluvionar (autóctone) e parte do jazimento é taludeano (alóctone) (Observar Figura 8).

Apenas os depósitos do tipo 2 são atualmente os de maior importância econômica na área estudada. Sabe-se no entanto que depósitos do tipo 3 são importantes no lado norte do maciço alcalino, local onde a Companhia Brasileira de Alumínio já definiu reserva superior a 7 milhões de toneladas de minério. Assim, os depósitos do tipo 2 assumem papel secundário na região, no entanto, na área em questão, são sem dúvida os mais importantes.

Os depósitos do tipo 3 estão restritos à parte norte do maciço e são limitados pelos contatos que o maciço apresenta com as encaixantes Pré-cambrianas.

Há que se salientar o fato da existência de depósitos, nesta parte norte, do tipo 1 e 2. Na região, os depósitos são definidos apenas como "rolado" e *in situ*. Ou seja, às variações dos tipos misto ou não, encaixados no maciço, denominam-se de depósitos bauxíticos *in situ* (autóctones). As variedades de depósitos alóctones, denominam-se simplesmente "bauxito rolado".

Na Figura 8 é possível se fazer distinção entre as variedades e a designação que cada depósito ali assinalado deva assumir. Por exemplo, o depósito Sede Norte (SN) é um jazimento de bauxito "rolado", ou seja, alóctone, ou melhor definindo, um

jazimento residual sobre rochas do embasamento na forma de tálus.

Depósitos do Tipo 1 - Depósitos residuais sobre rochas alcalinas na forma de tálus - Têm distribuição, na área, restrita ao Maciço Alcalino de Passa Quatro. Comumente são encontrados no sopé das zonas mais elevadas do maciço (Fotografia 1) e observados em zonas coluvionais morfológicamente bastante distintas. Assumem forma cônica, com vértice do cone apontando para o alto da elevação do maciço. Embora não tenha sido possível detectar com exatidão, foram definidos como "cones de dejeção" (Fotografia 15). São freqüentes na borda sul do Maciço Alcalino de Passa Quatro e em locais de confronto de encostas escarpadas com zonas mais penepplanizadas (Fotografia 1 e Figura 13). Tal tipo como é definido pela própria denominação só é encontrado associado às rochas alcalinas. Freqüentemente no cume da encosta escarpada onde se observa tal depósito, a rocha alcalina é encontrada aflorando.

Este tipo de depósito ocorre em altitudes superiores a 1 400 metros acima do nível do mar. Não se conhecem ocorrências deste tipo que se situem em cotas inferiores. Este posicionamento sem dúvida é devido à colocação do próprio Maciço Alcalino de Passa Quatro, por sua vez situado em cotas sempre superiores à acima mencionada.

Não foi observado este tipo de depósito em altitudes que excedam os 1 800 metros acima do nível do mar, do lado sul do maciço. Sabe-se de ocorrências de "rolado" sobre o maciço, do lado norte, com altitudes de até 2 000 metros acima do nível do mar. As concentrações minerais que se enquadram neste tipo de depósito são encontradas sempre sob a forma de "cones de dejeção". Suas dimensões são função do volume de material removido do eluvião. De modo geral obedecem aos seguintes valores numéricos máximos:

- 1 - Espessura real da zona mineralizada dificilmente ultrapassa os 3,00 metros.
- 2 - O comprimento situa-se na faixa dos 500 metros.

3 - A largura é bastante variável obedecendo às variações das dimensões do cone de dejeção.

O ângulo formado pela linha do relevo, dado pelas es carpas do cone de dejeção, com a linha do horizonte nunca é infe rior a 35° (Fotografia 1 e Figura 13). O minério observado nes te tipo de depósito é predominantemente do tipo argila altamente aluminosa (Tabela 3), associado com minério miúdo. O minério do tipo grão é raro ou inexistente na grande maioria dos casos estudados. Todos os depósitos deste tipo possuem, como caracte rística básica, uma capa de separação entre a zona do colúvio mi neralizado com a rocha alcalina sã, constituída fundamentalmente de argila caulinitica. Tal faixa pode exceder os 3 metros de es pessura real. O colúvio mineralizado não tem contato marcante com esta faixa. Nota-se uma modificação gradacional, iniciada por intercalações de argilas variegadas. O minério formado nes te tipo de depósito é ligeiramente prematuro no que tange ao grau de bauxitização, haja visto que o volume de rochas alcali nas sãs, sob a forma de matações que não estão sequer parcial mente bauxitizados, no material coluvional, nunca é inferior a 25%. Esta é a razão provável para a não existência de minério do tipo grão, definido neste trabalho.

As concentrações minerais enquadradas neste tipo for mam depósitos razoáveis do ponto de vista quantitativo, fornecen do tonelagem média com cerca de 200 000 toneladas de minério bau xítico. Grande impecilho em sua viabilidade reside na forte de clividade dada pelo depósito e pela imensa concentração de mata ções de rochas alcalinas sãs (Figura 13).

Tal tipo de depósito tem extrema semelhança com os de pósitos do tipo 3, ou seja, depósitos residuais em rochas alca lina sob a forma eluvionar. Tal semelhança se deve, provavelmente à similaridade de formação destes depósitos. Os jazimentos que se enquadram neste tipo são: Hortência, Depósito, Pinheiral I, Pi nheiral II, Olício e Manoel Joaquim I. Os dois últimos são do tipo misto, parte aluvionar e parte coluvionar. Os quatro pri meiros não estão assinalados na Figura 8, pois, foram encontra

dos no maciço adentro, já fora da área mapeada, não permitindo assim sua inclusão no mapa da Figura 8.

Depósitos do tipo 2 - Depósitos residuais sobre rochas do embasamento na forma de tálus.

Na área estudada corresponde à maioria dos jazimentos, tal como se vê assinalado na Figura 8. Sua maior área de ocorrência é localizada na borda sul do Maciço Alcalino de Passa Quatro, estendendo-se numa faixa com cerca de 10 km de largura. Na Figura 4 pode-se avaliar pela exposição do tálus argiloso a amplitude de distribuição dos depósitos deste tipo associados ao referido tálus argiloso. Com a Figura 3 obtém-se as devidas correlações, em área, dos depósitos evidenciados na Figura 8 com o tálus argiloso. Deve-se salientar que a maior concentração deste tipo de depósitos na área está na borda sul do maciço, região que esteve sob forte efeito tectônico. Tal tipo de depósito ocorre também na parte norte do maciço, porém, lá, a formação destes depósitos perdem em significado e importância econômica para os depósitos do tipo 3.

Como foi dito anteriormente, na área, o depósito do tipo 2 é o de maior importância econômica. Em vista disto, foi realizado um trabalho de maior detalhamento em um dos jazimentos, que se enquadra neste tipo de depósito. É o que será visto no item 6.3, Jazida da Sede, em seguimento a este capítulo.

As rochas encaixantes deste tipo de depósito constitui-se exclusivamente de rochas metamórficas de ampla variedade. Tais litologias com suas variações já foram descritas no Capítulo 5.

Este tipo de depósito não tendo forma definida, é classificado, com vista à sua configuração espacial, como do tipo "amas". No entanto, destaca-se uma feição constante a

todos jazimentos enquadrados neste tipo de depósito, que é pos
suir, em distribuição horizontal, um eixo maior no rumo sul. Ob
servar Figura 8.

Os jazimentos associados a tal tipo de depósito en
contram-se em zonas de semi peneplanos, em colinas com declivi
dades suaves, que não excedem os 20° (Fotografias 1, 11 e 12).
Tais jazimentos têm contato com as encaixantes aparentemente
bruscos. O contato é evidenciado pelo nível de base (Fotografia
8), constituído pela linha demarcatória do contato forma
da pela cobertura do tálus com as encaixantes, geralmente ro
chas metamórficas (Figuras 11 e 12).

Estes depósitos estão posicionados, na área, em cotas
topográficas que variam de um máximo de 1 500 metros até um mí
nimo de 800 m acima do nível do mar. Pelo lado norte do Maciço
Alcalino de Passa Quatro tais valores sofrem modificações. O má
ximo está em torno de 2 200 metros e o mínimo por volta dos
1 000 metros.

Os jazimentos enquadrados neste tipo de depósito mos
tram-se suavemente peneplanizados (Fotografias 1, 11 e 12). Não
se comportam no entanto como jazimentos residuais típicos, com
acentuada peneplanização. Estão, sim, sempre mostrando varia
ções de cotas consideradas anormais para jazimentos classifica
dos como formados por alteração meteórica de rocha com concentração
residual. Em área não mostram formas definidas. Possuem to
nelagens em minério bastante variável, de tal forma que as dimen
sões sofrem constantes modificações de um ponto observado a ou
tro. Denotadamente variada é a espessura destes jazimentos que
sofre modificação considerável em distâncias de menos de 50 me
tros. De modo geral as dimensões respeitam os seguintes limites:

- 1 - Espessura real que se situa na faixa de 3 a 12 me
tros.

- 2 - A extensão dos corpos enquadrados neste tipo não ultrapassa a 700 metros de comprimento.
- 3 - A largura destes corpos mineralizados é variável, em vista de sua forma de colocação sobre a sinuosidade do embasamento, fazendo com que seu comportamento espacial se torne pouco constante, não permitindo pois uma avaliação, mesmo que aproximada.

O ângulo de mergulho formado pelo plano que passa pela superfície topográfica dos jazimentos com um plano horizontal dificilmente ultrapassa os 20°.

A estes jazimentos associam-se os minérios descritos no Capítulo 6, item 6.1, denominados simplesmente grão e miúdo (Fotografias 4, 5, 13 e 14). Na área em questão, representam a maior potencialidade quanto à explotabilidade dos jazimentos definidos.

Excetuando-se os Jazimentos Olício e Manoel Joaquim I, os restantes dos assinalados na Figura 8 pertencem a este tipo de depósito. É surpreendente a constante inexistência da camada caulínica neste tipo de depósito. Quando está presente, caso dos jazimentos acima citados, é de pequena dimensão se comparada com a congênera nos depósitos do tipo 1.

Todos depósitos deste tipo têm duas características marcantes. Uma é a existência de cobertura de solo na superfície, associada com "humus", de cerca de 2 metros de espessura em média, contendo acumulações razoáveis de bauxito miúdo. A outra é o baixo percentual em volume de rochas alcalinas associadas aos jazimentos. O percentual em volume raramente é superior a 10%, o que representa a terça parte, em média, do valor obtido em depósitos do tipo 1.

Nos depósitos do tipo 2 é que são encontrados em abundância os matacões de bauxito, caráter quase exclusivo deste tipo de depósito. Alguns destes matacões chegam a mais de 5 metros de diâmetro, e encontram-se totalmente bauxitizados, embora possam surgir matacões parcialmente bauxitizados. Nos depó-

sitos do tipo 3 também são encontrados matacões similares, porém as condições de formação destes depósitos são distintas e denotam pouca similaridade com os depósitos do tipo 2.

Como gangas associadas a este tipo de depósito alinham-se principalmente argilas (Fotografia 6). Com ela, ocorrem matacões de rochas alcalinas ainda não totalmente bauxitizados (Fotografias 4 e 5), com alguns em estágio quase inalterado, sem vestígio marcante de bauxitização (Fotografia 7). Ainda juntamente com estes, porém não de forma tão relevante, surgem seixos de quartzo e quartzito, já bem próximos do nível de base (Fotografias 8 e 9).

Já de forma um pouco menos comum, surgem blocos de rochas do embasamento associadas às argilas bauxíticas. Isto ocorre apenas próximo ao nível de base. Notam-se inclusive alguns seixos de rochas do embasamento bauxitizadas (Tabela 3, Figura 12, seções colunares PBS 7 e PBS2, Figura 11, seções colunares PAS 1, PAS 3 e PAS 4), que no caso não são considerados gangas, sendo então aproveitados como minério, embora seu teor em Fe_2O_3 e SiO_2 seja elevado.

Os jazimentos enquadrados neste tipo de depósito, como os demais tipos, apresentam-se capeados por solo húmico, que pode chegar ao máximo de 2,70 metros (Poço CF I 31), sendo que a espessura mínima é a dada pelo bauxito aflorando, ou seja, sem capa húmica.

Este tipo de depósito tem mostrado sempre recuperação em volume variável, embora a média fique estabelecida em 32% em volume para recuperação do minério nos jazimentos deste tipo.

Depósitos do tipo 3 - Depósitos residuais sobre rochas alcalinas na forma eluvionar.

Este tipo de depósito é encontrado quase que exclusivamente na zona norte do Maciço Alcalino de Passa Quatro, na área pouco tectonizada. Os exemplos pertencem em sua maioria ao lado mineiro do maciço. Crê-se sejam estes os depósitos mais importantes do ponto de vista econômico. Dentro do que diz res

FIGURA 8

FIGURA 9

peito a esta dissertação, estes depósitos encontram-se extremamente afastados do limite proposto de estudo para este trabalho. De tal forma que fica aqui apenas a informação quanto à existência deste tipo de depósito, junto com algumas outras informações que foram adicionadas de forma comparativa, quando da descrição dos tipos de depósitos 1 e 2. O que se tem comentado no decorrer deste trabalho são resultados de algumas visitas e informações verbais de geólogos que operam nesta área. Desta forma preferiu-se deixar em aberto a caracterização deste tipo de depósito.

6.3 - A JAZIDA DA SEDE

INTRODUÇÃO

Atualmente a Jazida da Sede é a única da área em lavra. As restantes encontram-se em fase de pesquisa. Tal jazimento de nota feições geológicas bastante peculiares. Trata-se de uma área mineralizada que pode, sob determinado prisma, representar os restantes dos jazimentos do tipo 2, razão pela qual é dada ênfase a esta concentração mineral neste capítulo.

CLASSIFICAÇÃO

Tal jazimento enquadra-se no tipo de depósito 2. Apresenta alguns senões quanto a uma adequação ideal a este tipo, com destaque principal para a camada caulinizada, que se associa ao nível de base. No entanto como se verá, esta camada, constituída predominantemente de argila caulinítica, não é contínua em todo o jazimento. Será aventada hipótese no decorrer deste capítulo, na tentativa de promover um esclarecimento quanto ao caráter de distribuição errática da argila caulinítica pelo jazimento da Sede.

LOCALIZAÇÃO

Localizado próxima da sede da Fazenda Mato Quietto, este jazimento sofreu estudo metodológico um pouco diferente do dado aos outros jazimentos. Metodologia esta já descrita em capítulo anterior. Na Figura 2 pode-se ter idéia aproximada da localização do mesmo e sua posição em relação aos outros mapeamentos geológicos realizados. A área em lavra encontra-se definida nesta figura como a área parcialmente mapeada em escala 1: 1 000.

POSICIONAMENTO TOPOGRÁFICO

Na área da Jazida da Sede o relevo é medianamente acidentado. Possui declives que atingem o máximo de 25° de inclinação. A área mineralizada inicia-se em cotas topográficas que vão de 925 metros acima do nível do mar e chegam a 1 000 metros, sendo que as zonas mineralizadas correspondem ao divisor de águas das elevações que constituem a área da Jazida da Sede, compreendendo assim as cotas mais elevadas. A área principal do jazimento da Sede está ladeada por dois vales, um constituído pelo Córrego da Sede e o outro pelo Córrego da Lagoa. Ambos fazendo parte do processo de intemperismo atuante sobre o tálus; denotam que parte do jazimento sofreu e sofre lixiviação (observar Figura 10).

ENCAIXANTES, RELACIONAMENTO E MORFOLOGIA

Este jazimento tem como encaixante gnaisses porfiroblásticos, já em alto grau de alteração. Tais gnaisses podem apresentar apófises aparentemente graníticas, com feições geológicas que levam a classificá-los como pegmatitos. A confirmação de pegmatito torna-se difícil em vista do alto grau de alteração mostrado pelo afloramento estudado, razão pela qual persiste a denominação de provável apófise granítica. O contato

da encaixante com o tálus se mostra por todo o jazimento de forma brusca (Fotografias 17, 18 e 19), embora em alguns casos possa tornar-se gradacional, com separação dada pelo nível de base (Fotografia 8).

É bastante difícil definir-se o relacionamento que há do jazimento com a encaixante. Isso é decorrente do alto grau de alteração observado na encaixante e a extrema irregularidade dada pelo contato do tálus com o gnáisse, como já foi dito acima.

Do ponto de vista morfológico pode-se distinguir dois caracteres marcantes no jazimento da Sede: um, dado pela formação de vales e o outro, dado pelos divisores de águas e zonas de semi-platôs. Nas regiões localizadas pelos flancos dos vales destacam-se matações de rocha alcalina sãs. Aliam-se pequenos escorregamentos de terra e um provável deslizamento do tálus mineralizado, marcado pela existência de pequeno acúmulo de bauxito e blocos de rochas alcalinas, circundadas pelo gnáisse porfiroblástico (Figura 10, à E do Vale do Córrego da Lagoa). Nas zonas dos vales é marcante a predominância do intemperismo físico sobre o intemperismo químico. Isto pode bem ser observado nos flancos dos dois vales da área, notadamente no vale do Córrego da Lagoa.

Na área dos divisores de água, são pouco notados os matações de rochas alcalinas, embora, com o desenvolver da lavra, surjam os mesmos (Fotografias 5 e 7). Na zona do divisor de águas pode ocorrer pequena peneplanização, dada provavelmente pelo processo de denudação física atual (Fotografia 17 e Figuras 11 e 12). Os peneplanos nos jazimentos da área estudada não se mostram tão proeminentes como os denotados na Fotografia 11. Ainda assim provocam suavizações na declividade do relevo como o do lado WSW da seção da Figura 12.

O nível de base observado neste jazimento foi também notado em outros depósitos enquadrados no tipo 2. Este nível é constituído de uma mistura de argilas de cor variegada, ora predominando caulinita, ora predominando a argila altamente aluminosa como matriz. Seu caráter marcante de distinção reside na existência bastante freqüente de seixos de quartzito bastante arredondados (Fotografias 8 e 9), como também seixos de uma brecha caulinitica (Fotografia 10) e mesmo alguns seixos de argila caulinitica. Aglomera-se a este conjunto seixos de outras variedades litológicas do embasamento, embora seja visível a predominância de seixos de quartzito. Pode ocorrer ainda alguns seixos de bauxito, associados ao conjunto.

Apenas no nível de base é que se nota miscigenação das várias litologias observadas na área. É importante acrescentar que o definido nível de base não ocorre continuamente pelo jazimento, aparecendo quase sempre nas áreas onde o tálus possui espessura considerável ou, ainda, em locais onde a superfície topográfica atual mantém aparente peneplanização. Foi constatado mais tarde, com a confecção da seção da Figura 11 que as zonas contendo argila caulinitica, e mesmo o nível de base, nestas áreas ligeiramente peneplanizadas, estão posicionadas em regiões de paleovales, ditada pelo contato do gnaiss com o tálus. A existência de caulinita nestas áreas pode ser explicada pela acumulação de água subterrânea e pela constituição litológica do ambiente, formando uma zona de saturação por baixo do tálus. Este acúmulo de água, favorece a hidratação dos silicatos de alumínio e sua conseqüente transformação em caulinita. Aliado a isto, esta água subterrânea deve transportar sílica, lixiviada das camadas superiores, bem como hidróxidos de alumínio. A própria existência de bauxito e silicatos primários de alumínio, neste ambiente, digamos aquoso, favorece uma transformação destes vários silicatos em hidrossilicatos de alumínio, formando assim predominantemente caulinita (observar o posicionamento das seções colunares contendo argila caulinitica

da Figura 11 e o mapa da Figura 10, em relação à topografia atual e à paleotopografia sotoposta).

DIMENSÕES

A espessura deste tipo de jazimento como já foi denotado em capítulos anteriores é de difícil definição. Como pode ser bem visualizado pelas Figuras 11 e 12, a espessura sofre variações ditadas pela paleotopografia do embasamento. Pelas seções colunares das Figuras 11 e 12 é possível observar que as espessuras, em distâncias consideradas pequenas entre os poços de pesquisa, ou seja, 20 metros, são muito variáveis, indo de 0,5 metros na Figura 12, seção PBS 3 para mais de 11 metros na Figura 11, seção PAS 3. É amplamente destacável o estreitamento que ocorre na seção PBS 4 na Figura 12. A zona de minério reduz-se a menos de um metro, isto na área central da mineralização. Apenas por comparação na seção da Figura 12, a espessura média da mineralização gira em torno de 2 metros e a da seção 11, a média é de 8,5 metros. Somando-se as espessuras apresentadas nas seções e obtendo-se a espessura média geral (entre as duas seções apenas) fica-se com uma espessura média em torno de 4,5 metros. De forma que fica claro, apenas nestas duas seções, a ampla variação que existe na espessura da camada mineralizada.

A área considerada explotável, possui superfície próxima de 86 000 m², sendo que a área mineralizada se aproxima de 116 000 m², ou seja, quase o valor total da superfície mapeada na Jazida da Sede.

Pode-se afiançar, tendo em vista os valores numéricos apresentados para as dimensões, que este jazimento é caracterizado por uma camada mineralizada pouco espessa exposta em área relativamente grande. Tendo como base a variedade das dimensões, a forma do jazimento pode ser classificada com base em ROUTHIER (1963) como do tipo "amas".

TIPO, DISTRIBUIÇÃO E QUALIDADE DO BAUXITO

O bauxito encontrado no Jazimento da Sede pode ser classificado em dois tipos:

- a) bauxito graúdo (Fotografias 4 e 5)
- b) bauxito miúdo (Fotografias 13, 14 e 20)

O primeiro tipo subdivide-se em outros dois que são: minério graúdo bauxitizado e minério graúdo parcialmente bauxitizado. Tais tipos estão intimamente relacionados com os matacões de rocha alcalina que são observados em toda a área e apresentam-se ora totalmente bauxitizados ora parcialmente bauxitizados. São os já anteriormente denominados matacões bauxitizados e matacões parcialmente bauxitizados, cujas descrições e caracterizações estão contidas no Capítulo 6, item 6.1.1.

Na Jazida da Sede o minério graúdo bauxitizado é encontrado com frequência numa faixa granulométrica de 40 cm a mais de 4 metros de diâmetro e, o graúdo parcialmente bauxitizado, em faixa que vai a pouco menos de um metro a mais de 12 metros de diâmetro.

O segundo tipo está subdividido em dois outros que são: miúdo remobilizado e miúdo concrecionário. Os quais estão descritos no Capítulo 6, item 6.1.1. O minério concrecionário na Jazida da Sede ocorre na faixa granulométrica que vai de 2 cm a pouco mais de 15 cm de diâmetro. O remobilizado, com feições vermiculares, de 1 cm a pouco mais de 10 cm de comprimento, com diâmetro de 0,2 cm a pouco mais de 3 cm (Fotografia 14).

O minério graúdo ocorre nas zonas mais profundas do jazimento, geralmente abaixo de 3 metros. Está associado com a argila altamente aluminosa e nas zonas mais profundas (de 5 a 9 metros) com interdigitações de argila caulinitica (Figura 11). Na Figura 11, seção colunar PAS 2, nota-se um matacão parcialmente bauxitizado. Neste caso há que se considerar o minério que foi anteriormente explotado. Ainda assim o matacão está próximo da superfície, tal como o da Fotografia 7.

Quanto à qualidade, o minério graúdo é o melhor minério encontrado na Jazida da Sede. Sua sílica raramente ultrapassa os 2,5% em peso conforme análises mensais de controle de qualidade realizados pela Mineração Lavrinhas Ltda. A alumina neste jazimento tem valor médio em torno de 55%. O TiO_2 dificilmente ultrapassa a 1,5% e o Fe_2O_3 fica na faixa de 4,5%. A umidade e perda ao fogo ficam por volta de 40%.

O minério miúdo concrecionário ocorre com maior frequência na parte superficial do jazimento (Fotografias 19 e 20), normalmente nos 2-3 primeiros metros, com maior abundância, a partir da separação da capa de estéril, quando há. Dispõe-se em camada superficial que tem em média espessura de 2,5 metros. Estão normalmente concentrados em teores elevados (mais de 40% em volume). Podem associar-se ao "humus" (Fotografia 20), ou ainda estarem associados com parte da argila altamente aluminosa (Fotografia 19). Na fotografia do segundo caso pode ser notado que o minério miúdo concrecionário está assentado diretamente sobre a rocha encaixante.

O miúdo remobilizado (Fotografia 14), já não ocorre em superfície e tende a misturar-se com o minério graúdo nas partes mais profundas do manto constituído pelo talus. É de expressão pouco significativa no jazimento. Marca no entanto a existência de condições físico-químicas especiais, permitindo solubilização dos hidróxidos de alumínio e sua posterior precipitação. No Jazimento da Sede, principalmente nas frentes de trabalho, é possível identificar-se tal variedade.

Tanto o concrecionário como o remobilizado são minérios com elevado teor em sílica. Na Jazida da Sede a média atual tem permanecido em 16% de SiO_2 (análises de controle de qualidade do minério realizado pela Mineração Lavrinhas Ltda). Quanto à alumina, esta tem permanecido em torno de 45%. O Fe_2O_3

em torno de 7% e o TiO_2 em cerca de 1,5%. A umidade e a perda ao fogo, são geralmente inferiores a do minério grão, ou seja, 35% em média.

RESERVAS

Não foi calculada a reserva do Jazimento da Sede, pois os trabalhos de pesquisa realizados foram insuficientes. O volume de material removido dificulta em demasia uma boa avaliação. Alinhe-se ainda a dificuldade do conhecimento dos valores de material obtido na lavra desde seu início. Atualmente, vem se desenvolvendo um projeto para implantação de uma fase exploratória visando uma reavaliação de suas reservas, cubadas anteriormente em cerca de 100 000 toneladas de minério. Porém isto só será possível com a desativação da atividade de lavra para que se dê andamento à de exploração.

SEÇÕES COLUNARES DOS POÇOS

CONVENÇÕES DAS SEÇÕES COLUNARES

- SOLO, ESTÉRIL, ARGILA.
- SOLO, ARGILOSO COM BAUXITO MIÚDO.
- ROCHA ALCALINA Sã; BLOCO.
- GNAISSE BAUXITIZADO; BLOCO.
- TALUS BAUXÍTICO ARGILOSO.
- TALUS BAUXÍTICO CAULÍNICO.
- BIOTITA GNAISSE ALTERADO.
- SEIXOS QZO (QUARTZITO?) ROLADO.
- BAUXITIZAÇÃO EM BLOCO DE ALCALINA.
- SUPERFÍCIE.
- LF - LENÇOL FREÁTICO.
- CONTATO GEOLÓGICO.

ESCALA HORIZONTAL E VERTICAL DA SEÇÃO GEOLÓGICA

10 0 50m

ESCALA HORIZONTAL E VERTICAL SEÇÕES COLUNARES

05 0 25m

CONTATO GEOLÓGICO INFERIDO

SEÇÃO GEOLÓGICA DO JAZIMENTO DA SEDE, ASSOCIADA A SEÇÕES COLUNARES

FIGURA 12

POR Joel Cortujado Sigolo

AS CONVENÇÕES DA SEÇÃO GEOLÓGICA SÃO AS MESMAS DA FIGURA 10

7 - RESERVAS E VIABILIDADE ECONÔMICA

Considerando o número reduzido de afloramentos naturais das zonas mineralizadas em bauxito, pelo menos em escala mapeável, como também um número muito reduzido de zonas de "voçorocas" que permitissem um estudo limitado do tálus mineralizado, os poços de pesquisas realizados permitiram, com grande vantagem, que se chegasse a conclusões e caracterizações geológicas condizentes ao tálus mineralizado.

Para o levantamento da área estudada foram realizados 237 poços de pesquisa, que possuíam superfície compreendidas por 2 metros x 0,80 metros. Sua finalidade precípua era a investigação e exploração geológica (maiores detalhes no Capítulo 3, item 3.4). Tais poços foram locados principalmente com base em guias geomorfológicos e estruturais.

A existência de uma variedade de pteridofita, comum em todas as concentrações de bauxito da área e que provavelmente é planta indicadora, também foi útil na locação destes poços. Parte da descrição destes poços encontram-se nas tabelas resumidas dos jazimentos para cálculo da tonelagem medida. Em cada poço mineralizado foi avaliado o volume de minério e estéril, como foi descrito no Capítulo 3, item 4, desta dissertação.

O minério avaliado no caso era tanto graúdo como miúdo e, em cada poço, considerado promissor foi coletada de uma a duas amostras de minério para posterior análise química (detalhe no Capítulo 3, item 2).

Visando simplificar a representação dos dados obtidos a partir da descrição dos poços de pesquisa em cada corpo mineralizado optou-se por uma abreviação e codificação dos mesmos. Desta forma, as tabelas, pelo menos para a caracterização da reserva medida em cada jazimento, seguem o seguinte esquema:

Poço	Prof.	Capa	Minério	Área de Influência	Condição	% rec.	vol.	ton.
Nº	(m)	(m)	(m)	(m ²)				

onde:

Poço nº - define o número do poço e segue-se as letras iniciais representativas do jazimento a que o poço pertence
Exemplo: 18 PL, poço nº 18, Pedrinhas Leste.

Prof. (m) - profundidade total do poço em metros.

Capa (m) - espessura do estéril como cobertura sob a camada mineralizada.

Minério (m) - espessura real da camada mineralizada, em metros.

Área de influência (m²) - área de influência de cada poço obtida em metros quadrados.

Obs. - as áreas de influência obtidas em alguns corpos (CS, O, PB e CF I) fogem do padrão de malha estipulada de 50 em 50 metros. Por encontrarem-se com espaçamento irregular, foram calculadas com base no método da área aproximada descrito em KREITER (1968).

Condição - condição do poço quanto à explotabilidade (será explicado a seguir).

% rec. - percentagem de recuperação em volume de minério na camada mineralizada.

Vol. - volume total obtido a partir da espessura da área mineralizada vezes a área de influência do poço.

T - tonelagem de minério obtida.

Os termos abreviados nas tabelas resumidas dos jazimentos para cálculo de reserva medida, no item condição do poço quanto a explotabilidade, com as letras A, NR, R e E, bem como utilizados na simbologia do mapa das Figuras 8 e 10, têm as seguintes denominações específicas:

A: camada de tálus/colúvio mineralizada com percentagem de recuperação superior a 20% e/ou com espessura superior a

1,5 metros de mineralização (A- aproveitável para exploração).

NR: zona de tálus/colúvio mineralizada, onde a percentagem de recuperação é de 20% para menos e/ou em camadas mineralizadas de espessura inferior a 1,5 metros (NR- não recomendável à exploração). Os tálus/colúvios, incluídos nesta condição são considerados não recomendáveis à exploração; esta condição não elimina os que, estejam associados com zonas coluvionares ou taludeanas em condição favorável de exploração, ou seja A, sendo então considerados como reservas.

R: zona denominada rochosa no tálus/colúvio, onde há predominância de seixos e matações de rochas alcalinas sãs ou, ainda, de afloramento de rochas alcalinas *in situ*, com vestígio de bauxito (R- rocha).

E: zonas onde os poços pesquisados estão situados na litologia encaixante (nefelina sienito, gnaisses, xistos, quart^zitos, etc.), ou em zonas coluvionais ou taludeanos sem vestígio de bauxito. Tal simbologia define a esterilidade do poço pesquisado, ou seja, não mostra evidência de bauxito, nem de bauxitiza^ção (E- estéril).

Quanto aos poços locados há que se esclarecer que tinham a finalidade de alcançar o embasamento, porém, isso nem sempre foi possível, pois, ora esbarrava-se num matacão de alcalina que obstruía totalmente o poço de pesquisa, ou então, alcançava-se o lençol freático, ou ainda a segurança dos operários que trabalhavam no poço tornava-se periclitante, obrigando a uma interrupção definitiva das operações exploratórias na área, ou num dado poço.

Cada poço, então, possui sua área de influência, calculada segundo critérios expostos no Capítulo 3, item 3.1 e neste. Assim, com as informações obtidas pode-se alinhar os seguintes valores numéricos a serem utilizados no cálculo das tonelagens:

- 1 - área de influência,
- 2 - % de recuperação,

3 - espessura da camada mineralizada,

4 - massa específica do minério.

Dessa forma temos para o cálculo da tonelagem *medida* em cada poço de pesquisa mineralizado a seguinte fórmula:

$$T_m = S_{im} \times E_c \times \% \text{ rec} \times 1,3 \times 0,9$$

onde:

- T_m - tonelagem medida
- S_{im} - área de influência *medida* em cada poço,
- E_c - espessura real da camada mineralizada no poço,
- $\% \text{ rec}$ - percentagem de recuperação em volume de minério na camada mineralizada.
- 1,3 - peso específico médio do minério (Capítulo 6, item 6.1.2)

O fator 0,9 que aparece na expressão, representa um fator de segurança estimado em 10%.

Pelo exposto é fácil verificar que o método empregado para o cálculo da tonelagem medida é o das seções horizontais, onde cada poço, por possuir percentagem de recuperação diferente e áreas de influência específica, terá conseqüentemente tonelagens típicas a eles. Com estes critérios foram montadas as tabelas resumidas dos jazimentos para cálculo da tonelagem medida.

O cálculo da tonelagem *indicada* de cada jazimento teve como base o fato de inúmeros poços mineralizados nos jazimentos terem sido interrompidos pela existência de matacões de alcalina que obstruíam o prosseguimento da escavação. Com base nisto e na profundidade muito maior que alguns dos poços mineralizados, adjacentes aos interrompidos, chegaram sem serem obstruídos por matacões, supôs-se a existência de área mineralizada, em profundidade, maior que aquela dada pelos poços mineralizados, interrompidos pelos matacões ou por outras razões já expostas.

Com o fito de não se induzir interpretações diferentes a cada poço mineralizado interrompido, o que poderia ser feito com

base nas informações fornecidas pelos poços adjacentes, optou-se por considerar em todos os corpos mineralizados, um valor maior de profundidade, que fosse igual à metade da espessura média obtida em cada corpo. Desta maneira o cálculo da tonelagem indicada pode ser expresso da seguinte forma:

$$Tid = Simt \times \frac{Em}{2} \times \% \text{ rec m} \times 1,3 \times 0,9$$

onde: Tid - tonelagem indicada,
Simt - área de influência medida total
 $\frac{Em}{2}$ - metade da espessura média da camada mineralizada,
%rec m- percentagem de recuperação média em volume do minério na camada mineralizada.

Para o cálculo da reserva *inferida* teve-se como base que as áreas dos corpos mineralizados não foram em sua totalidade definidas. De tal forma que existe um percentual em área que corresponde a uma certa tonelagem de minério. Ficou estimado que este percentual era de cerca de 30% da área pesquisada. Como as espessuras médias, as percentagens de recuperação médias e a densidade não sofreram variação, fica-se com a seguinte expressão para cálculo das tonelagens inferidas:

$$IF = 30\% Sit \times Em \times \% \text{ rec m} \times 1,3 \times 0,9 + 30\% Sit \times \frac{Em}{2} \times \% \text{ rec m} \times 1,3 \times 0,9$$

A seguir estão as tabelas resumidas dos jazimentos para cálculo da tonelagem medida, com as respectivas tabelas de análises químicas, referentes aos jazimentos. Após segue-se a tabela geral dos corpos avaliados.

TABELA 6

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA

JAZIDA PEDRINHAS LESTE - PL

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Miné- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
1PL	5,30	1,80	2,40	2.500	A	51	6,000	3.978
2PL	3,05	1,80	1,25	2.500	NR	20	3.125	812
3PL	2,50	1,00	1,50	2.500	A	30	3.750	1.462
4PL	2,70	-	-	-	E	-	-	-
5PL	4,40	1,40	2,20	1.750	A	30	3.850	1.501
6PL	1,60	1,20	0,40	2.500	A	30	1.000	390
7PL	1,90	0,80	1,10	2.500	NR	20	2.750	715
8PL	2,10	0,80	1,20	2.500	NR	20	3.000	780
9PL	3,50	1,40	1,30	2.500	NR	25	3.250	1.056
10PL	4,50	2,50	1,40	2.500	NR	30	3.500	1.365
11PL	5,00	1,60	1,90	1.000	NR	25	1.900	617
12PL	4,75	1,00	3,75	2.500	A	59	9.375	7.190
13PL	2,15	1,10	0,80	2.500	NR	25	2.000	650
14PL	3,15	1,10	1,10	2.500	NR	30	2.750	1.072
15PL	4,90	2,00	2,90	2.500	A	36	7.250	3.393
16PL	3,90	1,80	2,00	2.500	NR	20	5.000	1.300
17PL	3,10	-	-	-	E	-	-	-
18PL	3,05	-	-	-	E	-	-	-
19PL	3,50	-	-	-	E	-	-	-
20PL	2,30	0,75	0,70	3.000	A	30	2.100	819
TOTAL								27.100

espessura média: 1,62 m

% recuperação média: 30,1

Reserva medida: 27.100 ton.

OBS: Jazimento com 5 a 10% de matações de rochas alcalinas, parcial-
mente intemperizadas no material.

TABELA 7
ANÁLISES QUÍMICAS "IN NATURA"
JAZIDA PEDRINHAS LESTE-PL

Poço	%PF	% SiO ₂	% TiO ₂	%Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
1-PL	31,82	3,52	0,90	6,91	56,65
3-PL	29,65	5,38	0,95	7,38	56,34
5-PL	30,61	2,44	1,00	8,79	56,96
6-PL	32,30	2,00	1,20	6,91	57,49
11-PL	29,47	4,37	1,30	7,45	57,11
12-PL	31,66	0,26	0,97	5,41	54,14
15-PL	45,00	2,00	1,04	5,00	47,00
20-PL	36,00	1,33	1,14	5,35	56,18

OBS: Todas as análises são em minério do tipo grão.

TABELA 8

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA
JAZIDA MANOEL JOAQUIM II - MJ II

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Miné- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
7MJII	2,20	-	-	-	R	-	-	-
8MJII	6,50	2,80	3,70	2.500	NR	25	9.250	3.007
9MJII	2,40	0,60	1,80	2.500	NR	31	4.500	1.813
10MJII	2,50	-	-	-	R	-	-	-
11MJII	4,20	1,30	2,10	2.500	A	27	5.250	1.843
12MJII	2,60	1,60	1,00	2.500	NR	23	2.500	747
13MJII	0,80	-	-	-	R	-	-	-
14MJII	2,80	-	-	-	R	-	-	-
15MJII	1,90	-	-	-	R	-	-	-
16MJII	5,50	1,80	3,70	2.500	A	28	9.250	3.367
17MJII	1,70	-	-	-	R	-	-	-
18MJII	2,50	-	-	-	R	-	-	-
19MJII	2,50	1,30	1,20	2.500	NR	25	3.000	975
20MJII	1,25	0,50	0,75	2.500	NR	20	1.875	488
21MJII	1,10	-	-	-	R	-	-	-
22MJII	3,00	1,50	1,50	2.500	NR	18	3.750	877
23MJII	2,00	1,10	0,90	2.500	NR	15	2.250	438
24MJII	3,40	1,50	1,90	2.500	A	27	4.750	1.668
25MJII	4,40	2,50	1,00	2.500	NR	21	2.500	682
26MJII	2,80	-	-	-	E	-	-	-
27MJII	1,60	-	-	-	R	-	-	-
28MJII	1,80	-	-	-	E	-	-	-
TOTAL								15.905

espessura média: 1,78 m

% recuperação média: 23,6

Reserva medida: 15.905 ton.

OBS: Jazimento com mais de 23% de blocos de alcalinas parcialmente intemperizados no material.

TABELA 9

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA

JAZIDA MANOEL JOAQUIM I - MJ I

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Minério (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
0-MJ	3,80	0,40	3,40	2.500	A	67	7.650	6.663
1-MJ	2,50	0,80	1,70	2.500	A	22	4.250	1.216
2-MJ	2,00	-	-	-	R	-	-	-
3-MJ	8,00	0,70	5,50	2.500	A	24	13.750	4.290
4-MJ	9,50	-	-	-	E	-	-	-
5-MJ	3,70	0,70	3,00	2.500	A	58	7.500	5.655
6-MJ	4,60	-	-	-	E	-	-	-
TOTAL								17.824

espessura média: 3,40 m

% recuperação média: 42,7

Reserva medida: 17.824 ton.

OBS: Possui cerca de 5% de matações de rocha alcalina parcialmente intemperizados, no volume do material.

TABELA 10

ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA

JAZIDA MANOEL JOAQUIM I - MJ I

Poço	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
0-MJI	2,30	7,63	1,56	8,63	79,88
1-MJI	1,33	3,86	1,86	8,85	84,14
3-MJI	3,62	3,70	1,56	8,00	84,12
5-MJI	4,06	3,14	1,74	7,50	83,56

OBS: A análise 0-MJI é em minério do tipo miúdo e as restantes são em minério graúdo.

TABELA 11

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA
JAZIDA OLÍCIO - O

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Miné- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
1-O	8,30	3,40	3,20	5.530	NR	13	17.696	2.990
2-O	2,80	0,60	2,20	4.150	A	30	9.130	3.561
3-O	2,10	0,70	1,40	5.850	A	35	8.190	3.726
4-O	5,10	0,90	4,20	4.440	A	35	18.648	8.485
5-O	6,30	1,70	4,60	4.640	A	74	21.344	20.533
6-O	4,50	0,40	4,10	5.808	A	44	23.812	13.620
7-O	3,50	1,00	1,50	7.200	NR	21	11.520	3.145
8-O	6,60	1,60	4,50	4.500	A	38	20.250	10.003
9-O	4,30	0,50	3,80	1.200	A	48	4.560	2.845
10-O	7,10	0,10	7,00	1.612	A	57	11.284	8.361
11-O	4,50	0,60	3,90	2.107	A	47	8.217	5.021
12-O	4,70	1,00	3,70	5.440	A	58	20.128	15.176
13-O	5,40	0,60	4,80	4.960	A	61	23.808	18.880
14-O	5,00	s/	5,00	4.898	A	71	24.490	22.604
15-O	2,30	1,10	1,20	2.500	NR	46	3.000	1.794
16-O	5,10	0,20	4,90	2.809	A	47	13.764	8.410
17-O	4,25	0,50	3,75	2.400	A	65	9.000	7.605
18-O	3,30	1,30	2,00	1.872	A	46	3.744	2.238
19-O	3,80	0,70	2,10	6.624	A	65	13.910	11.753
20-O	2,40	0,30	2,10	3.528	A	43	7.409	4.141
21-O	3,30	0,30	3,00	3.672	A	47	11.016	6.730
22-O	2,60	0,20	2,40	2.500	A	46	6.000	3.588
23-O	6,80	2,10	4,70	2.916	A	47	13.705	8.374
24-O	6,10	2,10	4,00	960	A	48	3.840	2.396
25-O	1,90	0,20	1,70	560	NR	50	952	619
TOTAL							196.594	

espessura média: 3,43 m

% recuperação média: 47,24

Reserva medida: 196.594 ton.

OBS: Matações de alcalinas chegam a mais de 32% do volume do material.

TABELA 12

ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA

JAZIDA DO OLÍCIO - O

Poço	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
2-O	4,57	6,42	2,18	8,40	78,43
3-O	9,21	2,68	2,00	8,32	77,79
4-O	3,86	5,96	1,74	8,25	80,19
5-O	1,62	3,88	1,82	6,75	87,93
6-O	2,40	3,34	1,90	9,18	83,18
9-O	2,79	4,26	1,82	8,36	82,87
11-O	2,83	4,26	1,82	9,41	81,68
12-O	1,65	4,04	2,00	8,73	83,58
13-O	3,45	2,78	1,74	7,78	84,16
14-O	1,58	2,92	2,18	11,06	82,26
17-O	2,52	3,26	2,00	8,25	83,97
18-O	2,09	2,18	2,00	8,81	84,92
19-O	2,34	3,90	1,82	9,37	82,57
20-O	1,86	2,44	1,56	7,21	86,97
21-O	2,58	3,38	1,82	9,90	82,32
23-O	2,57	3,44	1,82	9,25	82,92
24-O	3,07	2,46	1,82	8,63	84,00

OBS: Todas as análises são em minério tipo grão.

TABELA 13

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA
JAZIDA CÔRREGO SECO - CS

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Miné- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
1CS	5,00	0,50	4,50	3.200	A	35	14.400	6.552
2CS	6,00	0,90	5,10	3.200	A	50	16.320	10.608
3CS	7,30	1,30	6,00	4.320	A	58	25.920	19.543
4CS	6,00	1,60	4,40	3.696	A	36	16.262	7.611
5CS	5,00	0,70	4,30	2.960	A	75	12.728	12.410
6CS	5,70	2,00	3,70	3.256	A	35	12.047	5.481
7CS	3,20	1,60	1,60	3.888	A	43	6.220	3.477
8CS	4,50	1,80	2,70	4.352	A	35	11.750	5.346
9CS	6,20	2,00	4,20	4.100	A	62	17.220	13.879
10CS	5,70	1,10	4,60	3.200	A	47	14.720	8.994
11CS	6,48	0,70	5,40	1.500	A	48	8.100	5.054
12CS	7,60	1,00	6,60	2.500	A	45	16.500	9.625
13CS	2,70	1,00	1,70	1.800	A	43	3.060	1.710
14CS	5,60	1,10	2,70	1.600	NR	25	4.320	1.404
15CS	4,60	0,40	3,50	1.925	A	30	6.737	2.627
16CS	4,90	2,20	2,70	4.500	A	33	12.150	5.212
17CS	5,20	1,30	3,90	4.500	A	40	17.550	9.126
18CS	2,10	1,10	1,00	2.852	A	42	2.852	1.557
19CS	9,50	1,30	8,20	3.600	A	40	29.520	15.350
20CS	10,50	2,50	8,00	3.700	A	30	29.600	11.544
21CS	6,60	2,40	4,20	3.796	A	78	15.943	16.166
22CS	6,30	1,70	3,40	1.836	A	30	6.242	2.434
TOTAL							175.737	

espessura média: 4,20 m

% recuperação média: 43,7

Reserva medida: 175.737 ton.

OBS: Possui mais ou menos 5% em volume de rochas alcalinas parcial-
mente intemperizadas no material.

TABELA 14
ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA
JAZIDA DO CÔRREGO SÊCO - CS

Poço	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	%Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
1-CS	2,29	8,22	1,90	7,80	79,99
2-CS	1,82	3,36	1,22	7,53	86,07
3-CS	1,29	4,66	1,40	6,30	86,35
5-CS	3,62	2,46	1,56	8,10	84,26
7-CS	1,70	2,26	0,74	7,31	86,99
8-CS	1,03	1,28	2,08	9,52	86,09
9-CS	1,33	12,26	1,82	7,14	77,45
10-CS	3,04	4,08	2,00	6,37	84,51
11-CS	1,32	13,92	1,06	5,81	77,89
12-CS	3,58	1,40	1,14	10,12	83,76
16-CS	3,42	2,64	1,56	7,68	84,70
17-CS	1,56	1,32	2,26	8,92	85,94
18-CS	4,28	2,52	1,74	7,68	83,78
19-CS	1,92	0,80	1,40	7,05	88,93
20-CS	2,58	1,72	1,74	7,31	86,65
21-CS	4,94	2,82	1,90	7,83	82,51
22-CS	1,76	2,38	1,22	6,56	88,08

OBS: As análises 1-CS, 9-CS e 11-CS são de minério tipo miúdo,
as restantes são em minério tipo grão.

TABELA 15

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA
JAZIDA MORRO DO CURRAL - MC

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Miné- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
1MC	2,70	-	-	-	E	-	-	-
2MC	1,60	0,55	0,35	2.500	NR	23	875	261
3MC	2,20	-	-	-	E	-	-	-
4MC	1,80	-	-	-	E	-	-	-
5MC	5,30	0,10	4,00	2.500	A	39	10.000	5.070
6MC	1,60	-	-	-	E	-	-	-
7MC	5,40	0,80	4,60	2.500	A	68	11.500	10.166
8MC	4,50	0,10	4,40	1.584	A	42	6.969	3.805
9MC	2,90	0,30	2,60	2.000	A	47	5.200	3.177
10MC	2,40	0,10	2,30	2.500	A	48	5.750	3.588
TOTAL								26.067

espessura média: 3,04 m

% recuperação média: 44,50

Reserva medida: 26.067 ton.

OBS: Possui mais ou menos 5% de rochas alcalinas parcialmente in-
temperizadas no material.

TABELA 16

ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA

JAZIDA MORRO DO CURRAL - MC

Poço	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	%Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
5-MC	3,11	3,70	1,70	8,20	86,40
7-MC	3,18	1,20	1,50	8,40	88,90
8-MC	3,03	3,21	1,90	9,24	85,60
9-MC	3,15	3,70	1,60	7,16	87,54
10-MC	3,54	9,01	1,74	9,15	76,56

OBS: A análise 10-MC é em minério do tipo miúdo, as restantes
são em minério do tipo graúdo.

TABELA 17

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA

JAZIDA SEDE NORTE - SN

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Minê- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
0SN	4,00	2,40	1,50	2.500	A	39	3.750	1.902
1SN	5,00	0,50	3,40	2.000	A	40	6.800	3.536
2SN	4,60	0,60	3,90	2.160	A	26	8.424	2.847
3SN	1,80	-	-	-	E	-	-	-
4SN	2,90	1,90	1,00	2.500	NR	22	2.500	715
5SN	4,00	1,00	2,50	2.500	A	49	6.250	3.981
6SN	3,20	2,20	1,00	2.500	A	27	2.500	877
7SN	2,70	0,50	1,10	2.500	A	32	2.750	1.144
8SN	1,70	-	-	-	E	-	-	-
9SN	1,90	-	-	-	E	-	-	-
10SN	2,30	-	-	-	E	-	-	-
11SN	3,50	2,50	1,00	2.500	NR	12	2.500	390
12SN	3,60	1,60	1,80	2.500	NR	16	4.500	936
13SN	3,00	1,10	1,30	2.500	NR	20	3.250	845
14SN	4,00	-	-	-	E	-	-	-
15SN	2,40	2,10	0,30	2.500	NR	18	750	175
A-SN	2,30	-	-	-	E	-	-	-
B-SN	1,30	-	-	-	E	-	-	-
C-SN	1,90	-	-	-	E	-	-	-
TOTAL								17.348

espessura média: 1,71 m

% recuperação média: 27,4

Reserva medida: 17.348 ton.

OBS: O jazimento possui mais ou menos 5% em volume, no material, de
matações de rochas alcalinas parcialmente intemperizadas.

TABELA 18

ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA

JAZIDA DA SEDE NORTE - SN

Poço	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
0-SN	0,18	9,22	1,48	22,95	66,17
1-SN	2,18	1,84	1,82	8,62	85,54
2-SN	2,18	0,56	1,48	8,36	87,42
5-SN	3,06	2,16	2,08	9,07	83,63
6-SN	1,62	2,84	1,66	6,67	87,21
7-SN	4,50	1,02	2,08	7,73	84,67

OBS: A amostra 0-SN é em minério tipo miúdo, as restantes são em minério tipo grão.

TABELA 19

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA

JAZIDA PEDRINHAS NORTE - PN

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Miné- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
1PN	2,50	-	-	-	E	-	-	-
2PN	2,25	-	-	-	E	-	-	-
3PN	3,10	-	-	-	E	-	-	-
4PN	4,30	1,70	2,20	6.900	NR	19	15.180	3.749
5PN	4,30	0,90	2,90	10.000	A	44	29.000	16.588
6PN	5,00	-	-	-	E	-	-	-
7PN	5,00	1,30	3,70	10.000	NR	20	37.000	9.620
8PN	2,00	-	-	-	R	-	-	-
9PN	2,00	-	-	-	R	-	-	-
10PN	1,00	-	-	-	R	-	-	-
11PN	1,80	-	-	-	R	-	-	-
12PN	0,50	-	-	-	R	-	-	-
13PN	1,90	-	-	-	R	-	-	-
14PN	1,60	1,10	0,50	5.600	NR	20	2.800	728
15PN	1,20	0,80	0,40	6.300	NR	20	2.520	655
16PN	2,00	-	-	-	R	-	-	-
17PN	0,60	-	-	-	R	-	-	-
18PN	0,50	0,40	0,10	4.900	NR	10	490	64
TOTAL								31.404

espessura média: 1,63 m

% recuperação média: 27

Reserva medida: 31.404 ton.

OBS: Possui mais de 25% do volume em blocos de rochas alcalinas parcialmente intemperizadas.

TABELA 20
ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA
JAZIDA PEDRINHAS NORTE - PN

POÇO	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
4-PN	6,82	2,52	1,56	7,50	81,60
5-PN	3,04	2,84	1,66	8,00	84,50
7-PN	2,07	3,81	1,66	9,26	83,20
14-PN	1,86	9,58	1,40	7,50	77,70
15-PN	7,37	10,16	1,22	7,00	74,25

OBS: As análises 14-PN e 15-PN são em minério tipo miúdo, as restantes são em minério graúdo.

TABELA 21

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA

JAZIDA PEDRINHAS OESTE - PO

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Minê- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
1PO	3,50	1,30	1,20	2.000	NR	20	2.400	624
2PO	3,70	2,00	0,80	2.500	NR	20	2.000	520
3PO	8,00	1,30	6,70	2.500	A	47	16.750	10.234
4PO	3,50	2,20	1,30	2.500	NR	20	3.250	845
5PO	1,30	0,80	0,50	2.500	NR	18	1.250	293
6PO	8,30	1,30	7,00	2.500	A	51	17.500	11.602
7PO	2,20	1,10	1,10	2.500	A	30	2.750	1.072
8PO	0,30	-	-	-	R	-	-	-
9PO	3,00	2,00	1,00	2.500	A	20	2.500	650
10PO	7,00	1,90	5,10	2.500	A	32	12.750	5.304
11PO	9,60	1,90	7,70	2.500	A	44	19.250	11.011
12PO	2,70	2,00	0,70	2.500	NR	25	1.750	569
13PO	3,00	2,60	0,40	2.500	NR	25	1.000	325
14PO	1,30	0,60	0,70	1.400	NR	20	980	255
15PO	0,10	-	-	-	R	-	-	-
16PO	2,10	1,60	0,50	2.500	NR	25	1.250	406
17PO	2,70	2,40	0,30	2.500	NR	20	750	195
18PO	0,15	-	-	-	R	-	-	-
19PO	2,10	1,10	1,00	2.500	NR	20	2.500	650
20PO	1,30	-	-	-	R	-	-	-
TOTAL								44.555

espessura média: 2,25 m

% recuperação média: 27,7

Reserva medida: 44.555 ton.

OBS: Possui cerca de 5% de rochas alcalinas parcialmente intemperizadas em volume no material.

TABELA 22
ANÁLISES QUÍMICAS "IN NATURA"
JAZIDA PEDRINHAS OESTE - PO

Poço	%PF	% SiO ₂	% TiO ₂	%Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
3-PO	26,56	8,70	1,10	7,32	55,82
4-PO	28,86	5,60	1,10	7,94	56,30
6-PO	21,15	14,85	1,10	6,69	55,91
7-PO	26,62	11,72	1,00	3,96	56,30
9-PO	30,53	3,94	0,95	5,48	58,80
10-PO	30,95	2,66	0,95	6,65	58,39
11-PO	30,15	2,90	1,20	7,20	58,25

OBS: As análises 4-PO, 6-PO e 7-PO são em minério do tipo miúdo,
as restantes são em minério do tipo grão

TABELA 23

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA
JAZIDA CAMPO DE FUTEBOL II - CF II

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Minê- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
9CFII	6,30	1,10	5,20	2.500	A	44	13.000	7.436
10CFII	5,00	1,60	3,40	1.500	A	40	5.100	2.652
11CFII	7,00	1,70	1,90	1.600	NR	25	3.040	988
12CFII	3,50	-	-	-	E	-	-	-
13CFII	8,00	2,40	3,00	2.500	A	25	7.500	2.437
14CFII	4,60	2,40	2,20	2.500	A	34	5.500	2.431
16CFII	7,30	1,90	4,00	2.500	A	24	10.000	3.120
17CFII	4,60	1,50	3,10	2.500	A	30	7.750	3.022
18CFII	4,20	2,00	1,00	2.500	A	35	4.500	2.047
19CFII	6,50	2,10	4,00	2.500	A	21	10.000	2.730
20CFII	5,00	1,10	3,90	2.200	A	53	8.775	6.046
21CFII	4,00	0,50	3,50	1.250	A	40	4.375	2.275
22CFII	6,20	1,40	4,80	2.500	A	30	12.000	4.680
23CFII	9,15	1,00	8,15	750	A	41	6.112	3.258
E-CFII	4,40	1,20	1,20	2.250	A	35	2.700	1.228
35CFII	7,20	1,60	5,60	2.500	A	41	14.400	7.462
36CFII	2,60	1,10	1,50	2.500	A	40	3.750	1.950
37CFII	2,00	-	-	-	E	-	-	-
38CFII	1,00	-	-	-	E	-	-	-
39CFII	3,00	0,50	0,80	2.500	NR	25	2.000	658
40CFII	3,80	1,10	1,40	2.500	NR	10	3.500	455
41CFII	7,70	1,50	6,20	1.200	A	21	7.440	2.031
42CFII	1,60	0,50	0,60	1.250	NR	10	750	97
A-CFII	2,70	1,60	1,10	2.500	A	56	2.750	2.002
B-CFII	6,30	1,30	5,00	2.500	A	35	12.500	5.687
C-CFII	8,30	2,10	6,20	2.500	A	27	15.500	5.440
D-CFII	5,00	1,20	3,80	2.500	A	31	9.500	3.828
TOTAL								73.952

espessura média: 3,43 m

% recuperação média: 30,9

Reserva medida: 73.952 ton.

OBS: De 5 a 10% de rocha alcalina parcialmente intemperizada em vo-
lume no material.

TABELA 24

ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA

JAZIDA DO CAMPO DE FUTEBOL II - CF II

Poço	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
9-CFII	2,75	3,82	2,00	9,00	82,54
10-CFII	3,16	2,82	1,60	9,04	86,54
13-CFII	4,15	4,54	2,42	7,68	81,21
16-CFII	2,56	3,62	1,40	10,12	82,30
19-CFII	1,59	2,00	1,90	6,97	87,46
21-CFII	3,28	1,38	1,40	5,44	88,40
22-CFII	0,30	3,10	1,74	7,91	86,95
23-CFII	1,63	1,94	1,66	7,61	87,16
35-CFII	1,78	3,40	1,90	9,62	83,30
36-CFII	2,72	2,90	1,90	7,87	84,61
41-CFII	3,19	1,48	1,06	8,43	85,84
A-CFII	1,80	2,70	3,70	15,52	76,28
B-CFII	0,76	3,60	1,90	10,16	83,58
C-CFII	0,62	2,20	1,66	8,32	87,20

OBS: Todas as análises são em minério do tipo grão.

TABELA 25

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA
JAZIDA CAMPO DE FUTEBOL I - CF I

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Miné- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
0-CFI	7,20	1,90	5,20	2.500	A	24	13.000	4.056
1CFI	5,20	0,50	4,80	2.500	A	31	12.000	4.836
2CFI	5,40	1,50	3,00	1.500	A	30	4.500	1.755
3CFI	10,20	1,80	6,90	2.500	A	41	17.250	9.194
4CFI	8,00	1,00	7,00	2.500	A	46	17.500	10.465
5CFI	5,40	-	5,40	2.500	A	33	13.500	5.791
6CFI	7,10	1,30	5,80	2.500	A	50	14.500	9.425
7CFI	7,30	2,00	5,30	2.500	A	55	13.250	9.474
8CFI	4,90	1,20	3,70	2.500	A	50	9.250	6.012
15CFI	6,50	2,00	4,50	2.500	A	46	11.250	6.727
25CFI	5,80	-	5,80	2.500	A	37	14.500	6.974
26CFI	5,00	1,00	4,00	1.875	A	32	7.500	3.120
27CFI	5,00	1,30	2,00	800	NR	30	1.600	624
28CFI	5,10	2,20	1,60	1.904	NR	20	3.046	792
29CFI	7,60	2,00	5,00	1.600	A	38	8.000	3.952
30CFI	3,00	1,50	1,40	1.875	A	35	2.625	1.194
31CFI	4,70	2,70	1,00	2.500	NR	37	2.500	1.202
32CFI	6,80	2,20	4,60	1.250	A	35	5.750	2.616
33CFI	5,00	1,50	3,50	2.500	A	39	8.750	4.436
34CFI	5,00	-	-	-	E	-	-	-
TOTAL								92.645

espessura média: 4,24 m

% recuperação média: 37,3

Reserva medida: 92.645 ton.

OBS: Cerca de 5% de matações de rochas alcalinas parcialmente in-
temperizadas em volume no material.

TABELA 26
ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA
JAZIDA CAMPO FUTEBOL I-CFI

Poço	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
0-CFI	2,80	5,20	1,82	10,16	80,02
1-CFI	2,63	2,58	1,90	8,50	84,39
2-CFI	1,14	3,04	2,18	8,96	84,68
3-CFI	2,71	3,80	1,74	11,62	80,13
4-CFI	1,25	3,76	1,82	6,38	86,79
5-CFI	1,27	3,94	2,60	9,55	85,24
6-CFI	1,83	2,50	1,82	8,55	85,30
7-CFI	2,32	2,44	1,56	10,07	83,61
8-CFI	2,07	4,52	2,00	9,75	81,66
15-CFI	1,98	4,32	2,18	9,48	82,14
25-CFI	3,23	3,86	1,66	7,95	83,30
29-CFI	2,90	4,48	1,40	7,57	83,65
33-CFI	1,65	4,12	0,48	11,90	80,85
32-CFI	2,47	3,26	1,56	8,96	83,75

OBS: Todas as análises são em minério tipo grão.

TABELA 27

TABELA RESUMIDA DO JAZIMENTO PARA CÁLCULO DA TONELAGEM MEDIDA
JAZIDA PEDRINHAS B - PB

Poço Nº	Prof. (m)	Capa (m)	Minê- rio (m)	Área in- fluência (m ²)	Condi- ção	%Rec.	Vol.	Ton.
1PB	3,40	0,70	2,70	4.000	A	34	10.800	4.774
2PB	4,00	0,40	3,60	3.280	A	33	11.808	5.065
3PB	8,00	1,10	6,30	3.480	A	32	21.924	9.120
4PB	7,00	0,10	6,90	3.968	A	38	27.379	13.525
5PB	8,10	0,80	7,30	3.402	A	30	24.835	9.686
6PB	2,60	1,00	1,60	2.496	A	33	3.994	1.713
7PB	4,10	1,20	2,90	2.806	A	43	8.137	4.548
8PB	8,90	1,60	7,30	3.224	A	34	23.535	10.402
9PB	9,60	0,40	9,20	5.264	A	27	48.429	16.998
10PB	9,50	0,20	9,30	5.000	A	41	46.500	24.784
11PB	9,60	0,50	9,10	5.184	A	24	47.174	14.718
0-PB	3,50	1,30	2,20	1.800	A	44	3.960	2.265
12PB	1,80	1,30	0,50	2.500	NR	21	1.250	342
13PB	2,70	2,10	0,60	2.500	NR	19	1.500	370
14PB	2,80	1,60	1,20	2.500	A	33	3.000	1.287
15PB	3,60	2,10	1,50	2.500	A	33	3.750	1.609
16PB	4,00	2,20	1,80	2.500	A	75	4.500	4.387
17PB	2,50	0,70	1,80	2.500	A	37	4.500	2.165
18PB	7,40	1,00	6,40	2.500	A	34	16.000	7.072
19PB	1,70	-	-	-	R	-	-	-
20PB	3,50	2,40	1,10	2.500	A	33	2.750	1.179
21PB	2,30	2,00	0,30	2.500	NR	20	750	195
22PB	2,00	-	-	-	R	-	-	-
23PB	2,30	1,50	0,80	2.000	NR	25	1.600	520
24PB	1,90	-	-	-	E	-	-	-
25PB	2,70	1,70	1,00	2.500	A	28	2.500	910
26PB	1,20	-	-	-	E	-	-	-
TOTAL							137.634	

espessura média: 3,71 m

% recuperação média: 33,6

Reserva medida: 137.634 ton.

OBS: O jazimento possui cerca de 5% em volume no material de mata-
cões de rochas alcalinas parcialmente intemperizadas.

TABELA 28
ANÁLISES QUÍMICAS EM BASE CALCINADA
JAZIDA PEDRINHAS B - PB

Poço	% PF	% SiO ₂	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃
0-PB	1,89	15,88	0,98	4,69	75,56
1-PB	2,25	15,18	1,48	6,98	76,11
2-PB	2,26	2,48	1,40	6,30	87,56
3-PB	6,82	1,52	1,56	7,50	82,60
4-PB	3,04	2,04	1,66	8,00	85,26
5-PB	3,07	2,46	1,82	8,63	84,00
8-PB	1,19	3,54	1,22	5,80	88,25
9-PB	0,36	1,83	0,98	6,40	89,88
10-PB	0,34	6,48	2,08	9,80	81,82
11-PB	0,71	4,00	1,14	6,85	87,30
14-PB	3,62	1,70	1,56	8,00	85,12
16-PB	4,06	3,14	1,74	7,50	83,56
18-PB	1,33	3,86	1,86	8,85	84,14
20-PB	3,54	9,01	1,74	9,15	76,56
25-PB	2,30	7,63	1,56	8,63	79,88

OBS: As análises 0-PB, 1-PB, 10-PB, 20-PB e 25-PB são de minério tipo miúdo, as restantes são de minério tipo grão.

TABELA 29
TABELA GERAL DOS CORPOS AVALIADOS

JAZIMENTO	RESERVA MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
PL	27.100	10.911	14.028
MJ II	15.905	6.833	8.722
MJ I	17.824	8.493	10.917
O	196.594	87.847	112.946
CS	175.737	75.461	97.021
MC	26.067	10.750	13.822
SN	17.348	7.307	9.395
PN	31.404	11.250	14.465
PO	44.555	14.001	18.001
CF II	73.952	32.241	41.453
CF I	92.645	37.751	48.538
PB	137.634	51.705	66.479

Como se pode notar, as reservas dos jazimentos isoladamente representam corpos com tonelagens relativamente baixas para depósitos desse tipo, ou seja, formados por alteração meteórica de rocha em processo de concentração residual. Os valores máximos chegam na casa das 300 000 toneladas métricas de minério. Como foi visto também estes jazimentos possuem uma extensão areal muito ampla, associados com espessuras relativamente pequenas.

Isto posto, e associando-se os caracteres definidos nos tipos de jazimentos, predominantemente do tipo 2, já descritos, com as observações feitas no Jazimento da Sede, atualmente em lavra, pode-se afiançar que as dificuldades de extração para estes jazimentos serão consideráveis. A baixa concentração do minério (em média de 30% na percentagem de recuperação), a ampla associação com blocos de alcalinas sãs, espessura sempre muito variável da camada mineralizada, topografia que de modo algum favorece o desenvolvimento adequado da lavra a céu aberto e a ampla distribuição areal da camada mineralizada nos corpos fazem com que tais jazimentos ao serem lavrados, exijam custos razoavelmente altos.

Muitos dos problemas, no entanto, poderão ser contornados, porém, tornarão a lavra relativamente onerosa, compensada apenas pela excelente qualidade do minério obtido (ver comparações químicas do minério com a classificação de LADOO & MYERS, 1951).

Tendo em conta que todos estes problemas vêm sendo enfrentados com a lavra atual e considerando que os trabalhos de lavra vêm sendo continuamente desenvolvidos trazendo a solução para alguns destes problemas, crê-se que tais jazimentos, pelas reservas de minério que contêm (mais de 1,5 milhões de toneladas), pela privilegiada posição geográfica que ocupam e pela excelente qualidade do minério obtido possam ser explotados economicamente.

8 - CONSIDERAÇÕES GENÉTICAS

Os depósitos bauxíticos da região de Lavrinhas estão associados a rochas alcalinas, embora grande parte dos jazimentos aqui descritos e mapeados assentem-se em rochas metamórficas do embasamento.

Os tipos de depósitos identificados estão discordantemente assentados nas rochas do embasamento e o contato que fazem com estas mesmas litologias é do tipo brusco. Os depósitos assentados no maciço alcalino, embora não estudados em amostragem significativa, denotam também contato do mesmo tipo.

O comportamento espacial das concentrações minerais, em relação às encaixantes leva a classificá-los como do tipo "amas".

Como o processo de bauxitização, caulinição e todos os processos geológicos com predominância do intemperismo químico sobre o intemperismo físico estão aliados a fatores como clima, topografia, drenagens, porosidade das rochas e sua composição mineral, água subterrânea, variações de pH e Eh, existência de vegetação sobrejacente, etc., faz-se necessário alinhar de forma simples, como estes fatores se comportam na área em estudo e sua implicação na origem da formação do bauxito.

Como foi visto no Capítulo 1, item 1.1, o clima da área mapeada pode ser considerado como subtropical, com períodos de chuva caracterizados como intermitentes, definindo assim certa sazonalidade. Estas feições definem apenas as cercâneas da região denominada Vale do Paraíba, pois a região compreendida pela Serra da Mantiqueira possui condições climáticas relativamente diferentes das encontradas no Vale do Paraíba.

Utilizando-se os critérios adotados por VOLOBOYEV (1962) para a formação de lateritas, tendo como base os valores de precipitação pluvial e de temperatura, válidos tanto para a formação de lateritas ferruginosas como aluminosas (bauxito), pode-se verificar que a porção da área definida pelas condições

climáticas descritas, se enquadra no tipo de ambiente gerador ideal para a formação de laterita. Na Figura 13, adaptada do autor citado, foi plotada a condição da área:

FIGURA 13

Como pode ser percebido o ambiente climático é propício para a evolução de laterita ferruginosa ou aluminosa. A existência de períodos pluviais distintos (sazonalidade), vem de encontro com a situação exposta por LACROIX (1913) na Guiné Francesa, GORDON *et al.* (1958) no Arkansas, WEBER (1959) em Poços de Caldas, GRUBB (1970) no nordeste da Austrália, BELINGA (1972) no Cameroun e corrobora com teorias aventadas por HARDER (1949), GRUBB (1963), ERHART (1973) entre outros, quanto à influência do clima para a evolução do processo de bauxitização.

Embora se saiba que a área é ideal para a evolução do processo de bauxitização, deve-se considerar o fato de que a

zona da Serra da Mantiqueira, embora faltem valores numéricos para efeito de comparação, possui condições climáticas divergentes das anteriormente expostas. Pode se dizer que o clima se aproxima a ser temperado na encosta sul da Serra da Mantiqueira.

Topograficamente há necessidade de uma separação dentro da própria área para sua efetiva definição. A zona compreendida pelo grupamento dos depósitos do tipo 2 (Figura 8) está entre prováveis peneplanos (Fotografias 1 e 11), cujas cotas topográficas giram em torno de 800 a 1 500 metros acima do nível do mar. Esta primeira zona compreende a área de exposição de rochas do embasamento. A segunda zona compreende predominantemente a do Maciço Alcalino de Passa Quatro, que por sua vez pode ser distinguido em região tectonizada, compreendendo a zona sul do Maciço Alcalino de Passa Quatro e a região pouco tectonizada compreendendo a zona norte do maciço. Na primeira não se observam matacões de rochas alcalinas bauxitizadas. Aliando a outros fatores como clima, gradiente topográfico, drenagem e outros, pode-se dizer que há um processo de denudação física atuante, não permitindo assim evolução de condição que favoreçam um predomínio do intemperismo químico sobre o físico. Para a zona sul do maciço estão aliados os depósitos do tipo 1 e para a zona norte os depósitos do tipo 3. Ambas zonas encontram-se em cotas topográficas superiores a 1 500 metros acima do nível do mar, com máxima de 2 200 metros.

Como já foi definido anteriormente, o mergulho das encostas nos depósitos do tipo 2 é suave, em contrapartida os mergulhos das encostas dos depósitos do tipo 1 e 3 são fortes. Na área da zona sul do Maciço Alcalino de Passa Quatro, o mergulho das encostas é fortemente abrupto, área esta detectada como possuidora apenas de ocorrências de bauxito.

Desde trabalhos clássicos como ROUTHIER (1963), SMIRNOV (1976), até publicações mais específicas como HARDER (1949), ALLEN (1952), TARENT'EVA (1958), GORDON *et al.* (1958), GRUBB (1963, 1970) entre outros, a peneplanização e estabilidade crustal do relevo

são reconhecidas como fatores de primordial importância para o desenvolvimento de jazidas residuais.

Parte da área descrita neste trabalho, pelo menos no item concernente à topografia, não apresenta condições para evolução do processo de alteração meteórica de rocha com concentração residual. Por outro lado, a parte da área onde se concentram os depósitos do tipo 2, oferece condições para desenvolvimento de um processo atual de bauxitização.

Ampla atenção é dada à existência de vegetação associada a depósitos bauxíticos e ao desprendimento de ácidos orgânicos na evolução e formação do bauxito. ALLEN (1952), alinhando vários trabalhos concernentes a este relacionamento, evidencia que ácidos húmicos, associados com ácido carbônico e carbonatos alcalinos, provocam um aumento na concentração de alumina e um decréscimo de sílica em determinadas rochas em sua fase de alteração meteórica. Tais reagentes e, também, bicarbonato de magnésio são efetivos num processo de lixiviação e dessilicificação de rochas. Com a remoção desta sílica, espaços são abertos na rocha, aumentando assim a porosidade, que por sua vez irá favorecer o processo de alteração da mesma. Tal processo teria ação tanto em rochas ígneas e metamórficas contendo minerais aluminosos (silicatos principalmente) como em argilas aluminosas.

Sem dúvida, as águas subterrâneas e sua percolação pelas rochas estariam intimamente associadas aos compostos acima mencionados, facilitando a alteração, solubilização e precipitação de compostos. Assim, compostos em solução poderiam e podem reagir com minerais, formar novos compostos, precipitar alguns e solubilizar outros.

Tendo como base o gráfico proposto por MASON (1971) para solubilidade da sílica e da alumina em função do pH (Figura 14), pode-se propor algumas considerações quanto à distribuição e concentração de sílica e ambiente de formação dos minerais do tipo miúdo e gráudo descritos neste trabalho.

FIGURA 14

Como foi dito anteriormente o minério miúdo na região de Lavrinhas possui percentagem em sílica muito superior ao grão do. O miúdo ocorre somente e de forma dominante em camada superficial de no máximo 2,5 metros, sendo suas variações classificadas como remobilizado e concrecionário. A existência de um nível de concentração de minério miúdo concrecionário em superfície, se explica pela existência de pH tendendo a ácido, dada a proximidade com a vegetação, fonte de ácidos húmicos. Este ambiente faz com que muito pouca sílica seja removida (OKAMOTO *et al.*, 1957), ficando então contida no minério. O pH neste ambiente poderia ter chegado nos períodos de estiagem a valores muito baixos, ao ponto de propiciar a formação do minério miúdo remobilizado, o que só é permitido a níveis de pH ácidos (4) ou talvez alcalino (9,5 - 10), quando então pode haver solubilização de alumina (Figura 14). Como foi dito no capítulo antecedente, não se observa minério miúdo remobilizado associado à capa do concrecionário. Isto alija de vez a possibilidade do pH ter ido a níveis de acidez tão baixos como 4, na capa superficial, zona

de concentração do minério miúdo concrecionário na área. Assim, sem dúvida, à medida que se aprofunda na camada mineralizada, o pH tende a tornar-se cada vez mais alcalino, propiciando uma maior remoção de sílica e precipitação de alumina e mesmo uma parcial solubilização de alumina a níveis de maior alcalinidade. Daí o elevado teor de alumina no minério graúdo e sua baixa sílica, bem como explica a presença do miúdo remobilizado apenas nas partes mais profundas das camadas mineralizadas.

Tais aspectos corroboram com o elucidado nas publicações de OKAMOTO *et al.* (1957), MHOR *in* GORDON *et al.* (1958), PICKRING (1962), GRUBB (1963) e REESMAN *et al.* *in* GRUBB (1970).

Acrescente-se ainda que sob condições tropicais e sub-tropicais, argilas podem sofrer lixiviação e remoção de elementos como sílica, cálcio, magnésio, potássio e sódio, deixando como resíduo halloisita que pode passar para gibbsita (ALLEN, 1952). Por outro lado, HARRISON *in* GORDON (1958) conclui que sob condições de clima tropical, rochas básicas e intermediárias, associadas a um bom escoamento no lençol freático, sofrem remoção completa de certos elementos. Estes elementos são Si, Ca, Mg, K e Na. Ficam como resíduo, trihidrato de alumínio sob a forma cristalina de gibbsita, limonita, uns poucos fragmentos de feldspato, em alguns casos quartzo secundário e outros minerais resistentes.

Ficou claro no decorrer da exposição deste trabalho que as rochas e/ou camadas mineralizadas em bauxito na região de Lavrinhas ou eram rochas alcalinas ou então argilas contendo matações de alcalinas. Pela Tabela 4 pode-se notar que nas rochas alcalinas o teor de alumina é bastante elevado, chegando no nefelina sienito a cerca de 45,35%, com sílica também elevada, 38,76%. Se aliarmos as condições anteriormente descritas com tal tipo de rocha, sem dúvida, obter-se-á bauxito, dadas as condições adequadas para formação do mesmo. Há que se considerar também que o tipo de rocha é extremamente adequado para sofrer um processo de dessilicificação para formação de bauxito.

As camadas argilosas que pela Tabela 4 denotam tam

bém um elevado teor de alumina (38,77%) e, comparativamente às alcalinas, possuem menos sílica (10,18%), podem também sob as condições descritas acima sofrer dessilicificação e formar gibbsita (GORDON *et al.*, 1958) ou halloisita com posterior formação de gibbsita (ALLEN, 1952).

Com referência ao tipo de processo que prevalece na formação do bauxito, faz-se necessário descrever resumidamente a opinião de alguns autores quanto a este aspecto.

Uma forma de bauxitização é conceituadamente aceita entre os estudiosos deste assunto, a bauxitização direta, ou como alguns preferem denominar, bauxitização autóctone. No entanto o termo autóctone aqui se torna indevido, pois, os termos autóctone e alóctone versam sobre as relações espaciais entre o minério e a rocha mãe, e não sob o aspecto genético de formação direta ou indireta do bauxito. Embora ERHART (1973) empregue o termo autóctone para uma conceituação genética de formação de bauxito, prefere-se aqui utilizar apenas bauxitização direta e indireta, termos que advêm de LACROIX (1913) e são empregados por HARDER (1949), ALLEN (1952), GORDON *et al.* (1958), WEBER (1959), GRUBB (1963, 1970, 1973) entre outros e que, segundo parece, exprimem melhor o modo de formação do bauxito.

Fundamentalmente o processo de bauxitização tanto direta como indireta advém da evolução de uma fase de dessilicificação de rochas ou de argilas respectivamente; quase isentas de quartzo, tais como nefelina sienito, doleritos, gabros, balsaltos etc. e ampla variedade de argilas.

A maioria dos autores é unânime em afirmar que no processo de bauxitização o que se forma são hidróxidos de alumínio, discordando de grande modo quanto a que tipo de hidróxido é formado inicialmente. HARDER (1949), definindo a ordem da formação dos hidróxidos de alumínio, exprime que o primeiro a formar-se é a gibbsita. ALLEN (1952) discordando de vários autores, informa que o primeiro a formar-se é a halloisita. Outros conceituam que inicialmente forma-se um gel de alumínio que,

de acordo com as variações do ambiente químico, pode formar um ou outro hidróxido de alumínio (LAPPARENT *in* TARENT'EVA, 1958; BENESLAVSKIJ *in* TARENT'EVA, 1958 e ERHART, 1973).

Muitos autores no entanto estão convencidos de que em rochas ígneas, feldspatos e feldspatóides alteram-se diretamente para bauxito em regiões tropicais. Lateritas aluminosas e bauxito são encontrados diretamente assentados em rochas ígneas, acima do lençol freático, sob condições favoráveis de bauxitização, como as descritas por LACROIX (1913), GORDON *et al.* (1958), WEBER (1959) e outros. Minerais de argila são formados abaixo do lençol freático, por cristalização direta ou por ressilicificação dos hidróxidos de alumínio (GOLDICH, 1948).

Nestas condições algumas diferenças de opiniões surgem quanto à possibilidade de solubilização e reprecipitação de alumina, óxidos de ferro e outros constituintes lateríticos no período de laterização (HARDER, 1949; GORDON *et al.*, 1958, GRUBB, 1970). No entanto, em todos os casos de bauxitização direta, feições texturais nos hidróxidos de alumínio formados de notam de forma convicta caracteres texturais da rocha mãe formadora, tal como nos casos de LACROIX (1913), HARDER (1949), ALLEN (1952), GORDON *et al.* (1958), WEBER (1959) e BELINGA (1972).

Uma situação ainda não totalmente elucidada e esclarecida cientificamente é a existência de caulinita nos muitos depósitos bauxíticos, chegando alguns autores a afirmar textualmente que a formação dos hidróxidos de alumínio se dá inicialmente pela formação de caulinita, excluindo por completo a possibilidade de formação direta do bauxito (ALLEN, 1952). No entanto, já foi verificado que há possibilidade de haver ressilicificação do bauxito com posterior formação de caulinita, como descreve ALLEN (1952). Por outro lado, grande número de estudos no assunto é unânime quanto à possibilidade de formação de bauxito a partir de caulinita, por processo denominado de formação indireta, tal como já foi ventilado neste capítulo.

Para outros autores, no entanto, o processo de caulinitização parece ser irreversível. No entanto, o autor desta

dissertação crê que a não reversão da caulinita em jazimento bauxítico se ja imposta por um posicionamento especial das condições climáticas, da variação do lençol freático, da composição dos compostos per tinentes a ele, das variações de pH e Eh observadas e do poten cial iônico dos elementos dos compostos em função de seu grau de solubilidade (GOLDSCHMIDT *in* GRUBB, 1963).

Calcando-se nas informações expostas anteriormen te, pode-se dizer que na região de Lavrinhas existem dois pro cessos de bauxitização, um direto e outro indireto. As evidên cias de um processo de bauxitização direta encontram apoio com o observado em outras regiões e é coerente com a bibliografia sobre o assunto, pois, as características mais marcantes encon tradas foram:

1 - Matacões de rochas alcalinas parcialmente bau xitizadas, onde no núcleo nota-se rocha alcalina parcialmente intemperizada, com distribuição por todos os jazimentos e ocor rências estudados.

2 - Uma redução sensível nos valores percentuais de sílica, em contrapartida a um aumento considerável de alumi na, sem dúvida aliados a uma remoção de compostos contendo Ca, K, Na, Mg. Paralelamente ocorre a deposição de óxidos e hidró xidos de ferro, titânio e manganês, quartzo secundário que se associam a outros minerais resistentes.

3 - A coexistência de fragmentos de feldspato ain da não totalmente alterados, observados nas seções delgadas em bauxitos.

4 - Feições texturais dos bauxitos que conservam reliquiariamente a textura da rocha original, sem dúvida formado ra do bauxito.

Quanto à formação do bauxito deste tipo, este au tor gostaria de alinhar algumas observações obtidas mediante descrições das seções delgadas do bauxito da região. A forma ção do bauxito por processo de bauxitização direta na região de Lavrinhas segue, com pequenas variações, a seguinte evolução:

1 - Os silicatos das rochas alcalinas, fundamentalmente, nefelina, microclina, micropertita e alguns ferro-magnesianos (hornblenda) são alterados inicialmente. À esta alteração parece acompanhar um aumento em volume dos cristais, que por sua vez sofrem um intenso fraturamento, que se dá segundo o contato dos cristais ou segundo seus planos de clivagem. Ilustra tal evolução a Fotomicrografia 17.

2 - Sob as condições encontradas na área, estes minerais, alterando-se, formam compostos que sob dadas condições de pH e Eh são ou lixiviados pelas águas subterrâneas ou, então, formam resíduos que permanecem na região lixiviada. Pode ou não haver mobilização deste resíduo. As Fotomicrografias 5 e 15 e a Fotografia 14 ilustram esta fase.

3 - A formação de hidróxidos, que coexistam com o tipo de ambiente imposto, faz com que os mesmos se depositem ou sejam em pequena parcela solubilizados. Esta precipitação dar-se-á inicialmente nos vazios criados pela lixiviação de compostos solúveis, produto da alteração dos silicatos primários ou, ainda, nas zonas de fraturamento resultantes desta alteração. Como também podem se depositar segundo os planos de contato dos cristais e nas suas zonas de clivagens. A evolução desta fase está ilustrada nas Fotomicrografias 7, 8, 11, 12, 13, 14 e 15.

4 - Com isto desenvolvem-se verdadeiros reticulados de hidróxidos de alumínio, preenchendo os vazios criados conforme processo descrito no item 3. Associam-se também hidróxidos de ferro, em quantidade muito reduzida. É necessário lembrar que as alcalinas em questão possuem teor de Fe_2O_3 baixo, se comparado com o teor de alumina (Tabela 4). A esta ocupação de vazios segue-se outra que é a de lixiviação e continuidade de alteração dos relictos de minerais primários, abrindo assim novos vazios que serão novamente preenchidos. A continuidade do processo é permitida pelo fato de se manter contínua a porosidade do resíduo formado (hidróxidos de ferro e alumínio predominantemente), fazendo com que águas contendo compostos, percolem por entre os minerais secundários, indo de encontro aos primários

(menos porosos). Como o resíduo é praticamente inerte a estas soluções, são afetados apenas os minerais primários, no caso os silicatos mais facilmente alteráveis. As Fotomicrografias 5, 6 e 8 de certo modo ilustram esta fase evolutiva.

5 - À medida que vão sendo alterados os minerais primários, mais hidróxidos vão sendo formados, e os espaços vazios, preenchidos por mais hidróxidos de alumínio e ferro, podendo se associar alguns óxidos de manganês. Esta contínua percolação, alteração e deposição, vai formando um aglomerado cada vez mais compacto de hidróxidos, predominantemente de alumínio, formando então o denominado bauxito compacto. As Fotomicrografias 14, 15 e 16 refletem este estágio.

Estas feições ora descritas dizem respeito tão somente ao bauxito denominado grão, pois, no miúdo, que é pouco poroso o modo de formação é o indireto, como será visto.

As observações que levaram a diagnosticar um processo de formação de bauxito indireto são os seguintes:

1 - Não há, na zona dos depósitos dos tipos 1 e 3, jazimento que se assente diretamente na rocha alcalina. Apenas alguns que não foram aqui estudados e que se encontram fora da área proposta de estudo deste trabalho estão assentados diretamente no maciço. Entremeia-se entre a camada bauxítica e a rocha mãe, uma camada de argila caulinítica na maioria dos depósitos dos tipos 1 e 3 na área de Lavrinhas.

2 - A existência, embora esporádica da camada caulinítica nos depósitos do tipo 2, tal como foi presenciado na Jazida da Sede, separando a rocha encaixante do tálus mineralizado, sugere um processo indireto de formação de bauxito.

3 - A existência da camada superficial de concentração do minério miúdo concrecionário que, do ponto de vista genético, não permite uma explicação de sua formação, a não ser de forma indireta, já que sua granulometria é pequena e dificilmente comparada com os matacões bauxitizados e o fato de encontrarem-se intimamente associados à argila altamente aluminosa observada no

tálus sugere uma derivação do bauxito miúdo concrecionário a partir da argila, se forem aliados também os enfoques denotados anteriormente.

Embora os itens anteriores possuam conotação para exemplificar um processo de bauxitização indireta segundo alguns autores, faz-se necessário incluir aqui uma ressalva, a de que na formação de caulinita o processo envolvido possa ser a ressilicificação, onde hidróxidos de alumínio sofreriam adição de sílica formando caulinita. Isto pode explicar razoavelmente a situação observada nos depósitos do tipo 2, onde a camada caulinítica ocorre muito esporadicamente, porém, essa explicação não poderia ser estendida aos depósitos do tipo 1 e 3, posicionados no maciço alcalino e com ampla distribuição da camada caulinítica. De forma que na formação do minério miúdo só é possível uma explicação para sua formação, que é a da bauxitização indireta. Quanto à formação da caulinita nos depósitos, algumas considerações podem ser tomadas. Afirmar-se que o minério em parte é formado pela dessilicificação da caulinita, de modo geral, é meramente fortuito. Prefere-se sim, sugerir que na zona do maciço, para os depósitos dos tipos 1 e 3 haja esta possibilidade, e que a formação de caulinita nos depósitos do tipo 2 pode ser simplesmente um processo de ressilicificação muito particular.

Considerando-se as características observadas no início deste capítulo, facilmente chega-se à conclusão de que o processo de bauxitização seja atual. Não obstante esta asserção ser verdadeira, caracteres foram observados denotando divergência quanto a uma bauxitização atual. São os seguintes:

1 - A existência de matacões praticamente de mesmo diâmetro, sendo, um altamente bauxitizado, exibindo apenas pequeno núcleo mostrando a rocha alcalina parcialmente intemperizada, e outro, próximo alguns metros mostrando bauxitização praticamente incipiente. É importante frizar que as variedades petrográficas são idênticas. Como explicar uma bauxitização atual tão particular entre um bloco e outro, se ambos são virtualmente

idênticos ?

2 - Uma bauxitização atual deveria também ser detetada em rochas granitóides e graníticas e mesmo em gnaisses por firoblásticos da área. Isto não ocorre, o que por sua vez não é facilmente explicável num estágio de bauxitização atual. Sabe-se, no entanto, que tais rochas sofrem atualmente um processo de caulínização intenso.

3 - Como se explicaria a existência de pequenos seixos de bauxito embaixo do tálus, próximo do nível de base, com características das rochas metamórficas, se o processo de bauxitização fosse atual ?

4 - A existência de tálus com camadas mineralizadas chegando a 50% de recuperação em volume de minério, com espessura de até 9,5 metros, em contraste com tálus congêneres, mas praticamente sem vestígios de bauxito ou de bauxitização intensa, possuindo espessura de quase 12 metros e relativamente prôximo do outro largamente mineralizado, torna-se de difícil explicação se levar-se em conta um processo de bauxitização considerado atual. Ambos os tálus deveriam apresentar bauxitização em níveis semelhantes e não disparidade, com concentração enorme em um, e o outro congênere, quase estéril.

5 - Em visita realizada à zona tectonizada do maciço alcalino observou-se que:

- a) o processo de bauxitização é precoce;
- b) não se observam grandes blocos de bauxito;
- c) são visíveis pequenos seixos de alcalinas parcialmente intemperizados;
- d) a percentagem de rochas parcialmente intemperizadas no colúvio é elevada;
- e) a declividade topográfica observada nas ocorrências é acentuada, chegando facilmente aos 40°;
- f) como minério, predomina apenas o miúdo concrecio

nário, mal formado e disperso em superfície;

- g) as drenagens são extremamente jovens e há abundância de água;
- h) o solo é mal formado com vegetação espessa, horizontes A, B e C indistinguíveis ou dificilmente distinguíveis e, em muitos casos, a vegetação é fixada em rocha;
- i) o manto coluvional, em zonas mais planas, é ainda pouco espesso, chegando no máximo a 9 metros;
- j) aliado ao colúvio, espessa camada de caulinita é associada, geralmente com espessura superior a 5 metros.

Diante destas observações apenas uma solução pode ser apontada para definir o período de bauxitização: a de que o período de bauxitização tenha antecedido à deposição do tálus. A bauxitização se deu, então, em época de estabilidade tectônica da região, com formação de grandes blocos bauxíticos e espessas camadas mineralizadas sobre o maciço, tal como é observado atualmente na parte norte, não muito afetada pela tectônica da região e onde foi constatada camada mineralizada com 16 metros de espessura.

Este período deve ser datado do Eoceno-Oligoceno, após as intrusões alcalinas e pouco antes da formação do Gráben do Paraíba do Sul, seguindo a evolução deste Gráben proposta por ALMEIDA (1976). Quando da formação do gráben, o material eluvionar "rolou" para dentro do Vale do Paraíba, por sobre as rochas adjazentes ao maciço, na zona sul do mesmo.

Isto traria grande subsídio para propor explicação quanto à atual estabilidade dos tálus, pois, sabe-se que sua espessura chega a 12 metros e que em seu período deposicional deve ter coberto todas as unidades rochosas descritas neste trabalho. Com o retrabalhamento constante da drenagem em face do grande volume de água, estes tálus foram e estão sendo dissecados.

dos. Uma observação nas áreas correspondentes aos Jazimentos Córrego Seco e Morro do Curral, na Figura 8, mostra que eles foram seccionados pela drenagem em associação com pequeno falhamento ou fratura. Ambos representavam anteriormente um único corpo de minério. O mesmo pode ser aventado para os Jazimentos Pedrinhas B com Pedrinhas Norte, Pedrinhas Oeste com Campo de Futebol II, Pedrinhas Leste provavelmente com Campo de Futebol I e finalmente uma provável associação da Jazida da Sede com Sede Norte.

Desta forma é de se supor que a espessura inicial de deposição do tálus deva ter sido muito superior à atualmente observada. É importante frisar que embora se tratando de tálus, não se observa uma instabilidade mecânica atual, provocada pela percolação de água, pela declividade das encostas que circundam estes testemunhos do tálus original, pela pouca vegetação, pela alteração da camada sotoposta, etc.

Em vista do progressivo dissecamento do relevo que atingiu o tálus e o embasamento permitindo um escoamento rápido da drenagem atual, o tálus permanece estável. Isto sugere que a época de deposição do tálus deva ter se dado em período anterior ao atual, como já foi comprovado, fazendo com que fosse possível desenvolver-se condições naturais responsáveis pela atual estabilidade e dissecamento. Antecedendo a este período e quiçá, concomitante a ele, deu-se continuidade ao processo de bauxitização, que atuava no material desde seu estado autóctone.

Não se pode então descartar a possibilidade de formação de bauxito após a deposição do tálus, já que, ao que parece, o processo foi e é contínuo, pois observa-se hoje uma forte zonalidade de minério e minerais no tálus, a começar da superfície com a capa húmica, descendo para uma zona de concentração do minério miúdo concrecionário, atingindo a zona argilosa contendo os matacões, passando por interdigitações cauliniticas e chegando em alguns casos a uma separação marcante entre o tálus e a encaixante, dada pelo já definido nível de base na parte mais inferior.

9 - CONCLUSÕES

1 - Os depósitos bauxíticos estudados na região de Lavrinhas estão encaixados em rochas alcalinas, pertencentes ao Maciço Alcalino de Passa Quatro e em rochas do embasamento, constituído de metamórficas como gnaisses porfiroblásticos, biotitaxistos e quartzitos preferencialmente. Tal conjunto de rochas faz parte da Faixa de Dobramentos Paraíba do Sul (ALMEIDA, 1973), infraestrutura da Faixa de Dobramentos Ribeira, (ALMEIDA, 1973).

2 - O estudo da associação mineralógica destas rochas metamórficas na área de Lavrinhas sugere grau de metamorfismo provável anfibolito.

3 - Os depósitos de tálus, tanto quartzosos como argilosos, tiveram sua formação no período de evolução e formação do Gráben do Paraíba do Sul. Essa contemporaneidade pode ser relacionada à evolução tectono-magmática proposta por ALMEIDA (1976) para o Gráben do Paraíba do Sul e colocaria os tálus em idade não mais nova do que Mioceno.

4 - O posicionamento dos jazimentos, de modo geral, está ditado por falhamentos normais em direção ENE-WSW, que se sucedem, permitindo uma modificação brusca de gradiente topográfico, decrescendo em valores da Serra da Mantiqueira para o centro do Vale do Paraíba do Sul. A atividade de tais falhamentos aceleraram a descida do tálus de sua posição original acima do Maciço Alcalino de Passa Quatro, para a posição atual.

5 - Morfologicamente os jazimentos estudados na área de Lavrinhas não têm características de jazimentos residuais clássicos.

6 - Pela associação mineralógica, pelo alto grau de seleção litológica observada nos tálus, assim como por sua composição química, credita-se sua origem às rochas alcalinas da área. Tal afirmação encontra apoio na argumentação feita neste trabalho.

7 - O clima reinante na área, principalmente na área dos depósitos do tipo 2, aliado a outros fatores como tipo de rocha, vegetação, topografia, sazonalidade, evolução da capa mineralizada em níveis distintos etc., favorecem e confirmam um processo de bauxitização também atual.

8 - A zona sul do Maciço Alcalino de Passa Quatro, fortemente tectonizada não apresenta condições adequadas para evolução de um processo de bauxitização atual, como foi argumentado no Capítulo 6, item 6.2.2.

9 - Na formação dos depósitos bauxitizados, o processo predominante foi a bauxitização direta que ocorreu predominantemente antes da deposição do tálus e ocorre atualmente de forma menos relevante.

10 - A formação de bauxito por processo indireto restringe-se atualmente à zona dos depósitos do tipo 2, processo que se intensificou após a deposição do tálus.

11 - A formação de caulinita nas ocorrências bauxíticas, observadas sotopostas ao maciço alcalino, são devidas a processo de cristalização direta da caulinita, atuante abaixo do lençol freático (GOLDICH, 1948).

12 - A existência de interdigitações cauliniticas nos depósitos do tipo 2, principalmente no Jazimento da Sede, é produto de uma ressilicificação dos hidróxidos de alumínio, abaixo do lençol freático.

13 - Grande parte do bauxito observado nos jazimentos foi formado em época anterior à deposição do tálus. O processo de bauxitização atual não é o grande responsável pela formação dos jazimentos e sim pela formação do minério miúdo concrecionário e remobilizado.

14 - A existência de pequenos seixos de bauxito com características das metamórficas encaixantes, na zona de contato do tálus com as mesmas, traz a conclusão de que o processo de bauxitização mais atuante, antecede a deposição do tálus, pois não há vestígios atuais de bauxitização nestas mesmas rochas.

15 - Embora os jazimentos apresentem tonelagens pouco expressivas, distribuição errática, espessuras relativamente pequenas e extremamente variáveis, concentrações de minério variãveis, estejam associados com volumes às vezes consideráveis de rochas alcalinas sãs, e que a topografia não favoreça o desenvolvimento adequado de uma lavra a céu aberto, tais jazimentos possuem condições para serem explorados, pelo somatório de minério que representam (mais de 1,5 milhões de toneladas), pela excelente qualidade do minério e pela privilegiada posição geográfica que ocupam, possuindo à mão toda a infra-estrutura necessária para sua exploração.

10 - AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação se deve ao auxílio de pessoas e entidades, as quais vão relacionadas abaixo. A efetiva cooperação destas, tanto em campo e laboratório, como na elaboração e impressão, permitiu o desenrolar de uma idéia até a fase final de concretização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Evaristo Ribeiro Filho, do Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo que, na condição de orientador, não se absteve de apoiar o autor neste trabalho, tanto nas diferentes fases de preparação da dissertação, quanto durante o Curso de Pós-Graduação, ficam aqui consignados os nossos agradecimentos.

Os nossos agradecimentos ainda ao Professor Doutor Evaristo Ribeiro Filho pelo primoroso trabalho de obtenção das fotomicrografias utilizadas nesta dissertação.

À Mineração Lavrinhas Ltda., em especial, ao seu gerente e administradores mais diretos, o autor externa os seus mais sinceros agradecimentos, pelo apoio infra estrutural no desenrolar dos trabalhos de campo e parte dos trabalhos de laboratório.

Aos gratificantes auxílios encontrados no Departamento de Geociências da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, o autor externa os seus mais sinceros agradecimentos.

Ao Plano Individual de Capacitação Docente da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, o autor externa seus mais sinceros agradecimentos, pela solicitude e presteza com que ampararam este autor.

Ao Professor Doutor José Vicente Valarelli, do Departamento de Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, o autor externa seu agradecimento tanto pelo encaminhamento das análises de raio X, bem como pela sua valiosa colaboração na interpretação das mesmas.

O autor agradece ao Professor Doutor José Moacyr Viana Coutinho do Departamento de Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, pela contribuição na elucidação das seções delgadas e outros problemas petrográficos.

Ao Professor Doutor João Batista Moreschi, do Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, pela revisão do texto e pelas sugestões, o autor deixa patente o seu mais profundo agradecimento.

O autor é grato ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo subsídio prestado no período de execução deste trabalho sob a forma de bolsa de estudo de pós-graduação, a nível de mestrado, sob o processo de número 14 788/73.

Ao operador do difratômetro de raio X, Paulo Ernesto Mori, pela atenção e auxílio prestados na obtenção das amostras a serem analisadas, o autor agradece.

Ao Senhor Jaime de Souza Marcos, técnico em fotografia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, o autor agradece, pela cuidadosa reprodução das fotomicrografias e fotografias que ilustram esta dissertação.

Ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, em particular pela equipe de impressão gráfica, em nome do Senhor Jaime Alves da Silva; à equipe de laminação, em nome da Senhora Melany Thereza Isauk; à equipe de bibliotecárias em nome da Senhora Ruth Martins dos Santos; à secretária do Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada, em nome da Senhora Aparecida Nunes Comi, o autor quer deixar consignado os seus mais sinceros agradecimentos.

Agradecemos ainda à Senhora Nair de Campos Louzada e ao Senhor José Ponchirolli pelo esmerado trabalho de datilografia desta dissertação.

Ao Senhor Mendro Boechat, agradecemos pela paciente e cuidadosa reprodução de parte dos mapas que constam deste trabalho..

Finalmente agradecemos aqueles que embora não mencionados, tenham cooperado, tanto ou mais, de forma direta ou indireta na finalização deste trabalho.

11 - BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A.N. & BERNARDES, N. - 1956 - Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Arredores de São Paulo - Rev.Min.e Met., 24, (143): 284-292.
- ALLEN, V.T. - 1952 - Petrographic Relations in some Typical Bauxite and Diaspore Deposits - Bull. of Geol.Soc.of Am., 63, : 649-688.
- ALLEN, V.T. - 1960 - Comparason of Bauxite Deposits of Europe With Those in the USA - Int.Geol.Congress. Part XVI, Copenha-gen, : 230-247.
- ALMEIDA, F.F.M. - 1967 - Origem e Evolução da Plataforma Brasilei-ra - Divisão de Geol.e Min. do D.N.P.M., Bol.241, 36 pp.
- ALMEIDA, F.F.M. - 1976 - The System of Continental Rifts Bordering The Santos Basin, Brazil - An.Acad.Bras.Ciênc., Su-plemento, 48: 15-26.
- ALMEIDA, F.F.M.; AMARAL, G.; CORDANI, U.G. & KAWASHITA, K. - 1973 - The Precambrian evolution of the South American Cratonic Margin South of Amazon River - In Nairn, E.M. & Stheli, F.G.; Editors: The Ocean Bacins, and Margins, Plenum Pub.Co.; New York, 1: 441-446.
- AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J.H. - 1966 - Potassium Argon data of Basaltic Rocks from Southern Bra-zil - Geoch.et Cosmoch. Acta, 31, (2): 117-142.
- BATESON, J.H. & HARDEN, G. - 1963 - A Geochemical Approach to the Problem of Bauxite Genesis in British Guiana - Econ.Geol. 58, (8): 1301-1308.
- BELINGA, S.E. - 1972 - L'Alteration des Roches Basaltique et le Processus de Bauxitisation Dans L'Adamaoua (Cameroun) - Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences Naturalles - Facul-té des Sciences de L'Université de Paris, 6 - 571 pp.
- CHAYES, F. - 1949 - A Simple Point Counter for Thin-Section Ana-lysis - Am.Min., 34, (1 e 2): 1-11.
- CHAYES, F. & FAIRBAIRN, H.W. - 1951 - A Test of Precision of Thin-Section Analysis, by Point Counter - Am.Min., 36, (09 e 10): 704-712

- COMBES, P.J. - 1969 - Recherches sur la Genèse de Bauxites dans le Nord-Est de L'Espagne, Le Languedoc et L'Arriège (France) - Thèse Doct.-ès-Sc-Nat., Université de Montpellier, Mém. C.E.R.G.H., T.III-IV, I. 375 pp.
- CORDANI, U.G.; COIMBRA, A.M.; BOTTURA, J.A. & RODRIGUES, E.L.M. - 1974 - Geologia da Região de Cruzeiro e Cachoeira Paulista, e sua Importância na Interpretação da Evolução Tectônica do Vale do Paraíba - Geologia Ciência Técnica; CEPEGE, Inst.Geoc.da Univ. de São Paulo, (6): 9-30.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - 1976 - Boletim Hidrometeorológico. Dados Hidrometeorológicos da Rede Básica do Estado de São Paulo do ano de 1973 - SP, (4): 663-672.
- EBERT, H. - 1960 - Novas Observações sobre a Glaciação Pleistocênica na Serra do Itatiaia - Anais da Acad.Bras.Ciên., 32, (1): 51-73.
- EDWARDS, A.B. - 1960 - Textures of the Ore Minerals, and Their Significance - The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Brown, Prior, Anderson Pty. Ltd., 242 pp. Austrália.
- ELLERT, R. - 1959 - Contribuição a Geologia do Maciço Alcalino de Poços de Caldas - Fac. Fil. Ciên. e Letras da Univ. de São Paulo, 237, (18): 63 pp.
- ERHART, H. - 1968 - Sur trois Modes Géochimiques d'Accumulation des Hydrôxydes d'Alumine dans la Nature - C.R.Ac.Sc., Paris, 267, série D: 2081-2083.
- ERHART, H. - 1969 - Sur la Genèse des Sédiments Bauxitiques et Ferrifères Engendrés par L'Altération podzolique, au cours des Périodes Géologique successives - C.R.Ac.Sc., Paris, 268 (22), série D: 2653-2656.
- ERHART, H. - 1973 - Itinéraires Géochimiques et Cycle Géologique de L'Aluminium-Genèse de Minerais D'Alumine, Latérisation, Bauxitization, Aluminification - Doin Éditeurs - Paris, 253 pp.
- ERVIN, G.Jr. & OSBORN, E.F. - 1951 - The System $Al_2O_3-H_2O$ - Journal Geol., 59: 381-394.

- FARUQI, E.A.; CHOAN, N.A. & ASHRAF, M. - 1972 - Bauxite and Clay Deposits in the Kattha Area, Salt Rang, Punjab, West Pakistan - Econ.Geol. 67, (1): 103-110.
- X FISCHER, E. - 1955 - Annotated Bibliography of the Bauxite Deposits of the World - U.S. Geol. Survey, Washington, Bull. 999.
- FOX, C.S. - 1932 - Bauxite and Aluminous Laterite - The Technical Press Ltd. pp 1-94, London.
- FREITAS, R.O. - 1956 - Considerações sobre a tectônica e a Geologia do Vale do Paraíba - Rev. Eng. Min. Met., 24(143): 276-283.
- GOLDICH, S.S. - 1948 - Origin and Development of Aluminous Laterite and Bauxite - Geol. Soc. Amer. Bull. 59: 1326.
- GORDON, M. Jr.; TRACEY, J.I. & ELLIS, M.W. - 1958 - Geology of the Arkansas Bauxite Region - U.S. Geol. Survey Professional Papers 299, 268 pp.
- GRUBB, P.L.C. - 1963 - Critical Factors in the Genesis, Extend, and Grade of some Residual Bauxite Deposits - Econ. Geol., 58, (8): 1267-1277.
- GRUBB, P.L.C. - 1970 - Mineralogy, Geochemistry and Genesis of the Bauxites Deposits on the Gove and Mitchell Plateaux - Northern Austrália - Mineralium Deposita - Berlin, (2): 248-272.
- GRUBB, P.L.C. - 1971 - Mineralogical Anomalies in the Darling Ranges Bauxites at Jarrahdale, Western Austrália - Econ. Geol., 66, (7): 1005-1006.
- GRUBB, P.L.C. - 1973 - High-Level and Low-Level Bauxitization: a criterion for Classification - Miner. Sci. Engng., 5, (3): 219-231.
- GUIMARÃES, D. - 1945 - Discussão sobre a Gênese de Depósitos de Laterita Bauxítica - Rev. Eng. Min. Met., 8, (48): 257.
- HARDER, E.C. - 1949 - Stratigraphy and Origin of Bauxites Deposits - Bull. of Geol. Amer., 60, (5): 887-908.
- HEINRICH, E.W. - 1956 - Microscopic Petrography - MacGraw Hill Book Company, Inc., New York, 296 pp.
- KRAUSKOPF, K.B. - 1956 - Dissolution and Precipitation of sílica at low Temperatures - Geoch. Cosmochim. Acta, 10: 1-27

- KREITER, G. - 1968 - Geological Prospecting and Exploration - MIR-Publishers Moscow, 383 pp.
- LACROIX, I. - 1913 - Les laterites de Guinée et les Produits D'Alteration qui leur sont associés - *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat.*, 5: 255-256.
- LADOO, R.B. & MYES, W.M. - 1953 - Nonmetallic Minerals - McGraw Hill Book Company, Inc., New York, 2th Edition, 605 pp.
- LAMEGO, A.R. - 1936 - O maciço do Itatiaia e regiões Circundantes - S.G.M., D.N.P.M., Bol. 88, 93 pp.
- MASON, B.H. - 1971 - Princípios de Geoquímica - Trad. Rui R. Franco - Edit. Polígono, Univ. de São Paulo, 381 pp.
- MEAD, W.T. - 1915 - Occurrence and Origin of Bauxite Deposits of Arkansas - *Econ. Geol.*, 10: 28-54.
- MELFI, A.J.; CORDANI, U.G.; CARVALHO, A.; MINIOLI, B.; PENALVA, F.; BALSEI, M.A. & COUTINHO, J.M.V. - 1976 - Geologia das Folhas de Lorena e Cruzeiro - Convênio D.N.P.M e Inst. Geoc. da Univ. de São Paulo, 74 pp.
- MINIOLI, B. - 1971 - Determinações Potássio-Argônio em Rochas localizadas no Litoral Norte do Estado de São Paulo - *An. Acad. Bras. Ciên.*, 43(2): 443-448.
- ODMAN, O.H. - 1955 - On the Presumed Glaciation in the Itatiaia Mountain, Brazil - *Rev. Eng. Min. Met.*, 21(123): 107.
- OKAMOTO, G.; OKURA, T. & GOTO, K. - 1957 - Properties of Silica in water - *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 12: 123-132.
- PENALVA, F. - 1967 - Geologia e Tectônica da Região do Itatiaia - SE do Brasil - *Fac. Fil. Ciên. e Letras da Univ. de São Paulo*, 302, (22): 94-196.
- PETERSEN, U. - 1971 - Laterite and Bauxite Formation - *Econ. Geol.*, 66(7): 1070.
- PICKERING, R.J. - 1962 - Some Leaching Experiments on the Quartz-Free silicate Rocks and Their Contribution to an Understanding of Laterisation - *Econ. Geol.*, 57: 1185-1207.
- PINTO, M.S. - 1937 - Bauxita - *Rev. Eng. Min. Met.*, 2, (8).
- PINTO, M.S. - 1938A - Bauxita em Poços de Caldas - *Bol. 22, D.N.P.M., D.F.P.M.*, 71 pp.
- PINTO, M.S. - 1938B - Descoberta de Ocorrências de Bauxita no Itatiaia - *Rev. Eng. Min. Met.*, 3, (15): 183.

- RIBEIRO FILHO, E. - 1967 - Geologia e Petrologia dos Maciços Alcalinos do Itatiaia e Passa Quatro - Fac. Fil. Ciên. e Letras da Univ. de São Paulo, 302, (22): 5-93.
- RICH, J. R. - 1953 - Problems in Brazilian Geology and Geomorphology Suggested by Reconnaissance in Summer of 1951 - Bol. Fac. Fil. Ciên. Letras da Univ. São Paulo, 146, (9): 58-63.
- ROUBAULT, M. - 1963 - Détermination des Minéraux des Roches au Microscope Polarissant - Éditions Lamairre-Poinat, Paris, 365 pp.
- ROUTHIER, P. - 1963 - Les Gisements Métallifères, Geologie et Principes de Recherche - Masson et Cie. Éditeurs. Paris, 1; 200-201 e 217-232.
- SANTOS, P. S. - 1975 - Tecnologia de Argilas - Editora Edgard Blucher Ltda., 1 e 2: 802 pp, Univ. de São Paulo.
- SANTOS, T. S. - 1937 - Contribuição para o Estudo das Bauxitas do Planalto de Poços de Caldas - Inst. Pesq. Tec., Bol. 17: 109-134.
- SMIRNOV, V. I. - 1976 - Geology of Mineral Deposits - English translation - MIR Publishers, Moscow, 520 pp.
- SORENSEN, H. - 1974 - The Alkaline Rocks - Edited by H. Sorensen, 543-551.
- SPOCK, L. E. - 1962 - Guide to the Study of Rocks - 2th Edition Harper & Brothers Publishers - New York, 298 pp.
- STAUFFER, K. W. - 1969 - Devonian Laterite in Chital State, West Pakistan - Econ. Geol., 64, (4): 452.
- SUGUIO, K. - 1969 - Contribuição à Geologia da Bacia de Taubaté - Tese de Doutorado pela Fac. Fil. Ciên. Letras da Univ. de São Paulo, Bol. especial I.
- SZUDERT, E. C. & VERGARA, V. D. - 1976 - A Bauxita de Lages, SC: Geologia e Avaliação - Rev. Eng. Min. Met., (373): 18-23.
- TEIXEIRA, D. - 1961 - Relêvo e Padrões de Drenagem na Chaminé Vulcânica do Itatiaia - Bol. Paulista de Geografia, (37): 3-12.
- TEIXEIRA, E. A. - 1937 - Bauxita no Planalto de Poços de Caldas - Rev. Eng. Min. Met., I, (5): 205.

- TERENT'EVA, K.F. - 1958 - Genèse de Minéraux Aluminiques dans les Bauxites - In: Les Bauxites, Leur Mineralogie et Leur Genèse - Moscow - Izd. A.N.S.S.S.R., Trad. B.R.G.M., M. Szysman, (2640): 51-69.
- THORNBURY, W.D. - 1966 - Princípios de Geomorfologia - Editorial Kapelusz, S.A., Buenos Aires, 627 pp.
- VOLOBUYEV, V.R. - 1962 - Change in the Content of Silica, Alumina and Iron, in soils in relation to Hydrothermal conditions - Soviet Soil Science (Washington), 5: 509-515.
- WEBER, B.N. - 1959 - Bauxitização no Distrito de Poços de Caldas, MG - Bol. da Soc. Bras. de Geol., 8, (1): 17-30.
- WILLIAMS, H.; TURNER, F.J. & GILBERT, C.M. - 1955 - Petrographic: an Introduction to the Study of Rocks in Thin Sections - W.H. Freeman and Company, San Francisco, 406 pp.

Fotomicrografia 1 - Lâmina delgada. Microclina de duas gerações. Notar a variação de granulometria entre a mais antiga, comparativamente com a mais nova. Observar o espessamento do "veio" na extremidade do cristal mais antigo, dada pela "penetração" da geração mais nova de microclina. Em direção ao centro do cristal antigo o "veio" diminui de espessura consideravelmente. Nicóis cruzados. Aumento de 18 X.

Fotomicrografia 2 - Lâmina delgada. Sillimanita gnaisse. Notar orientação proeminente das sillimanitas (cristais aciculares), frequentemente associadas com micas. Nicóis semi-cruzados. Aumento de 35 X.

Fotomicrografia 3 - Lâmina delgada. Quartzito com textura mirmequítica, dada pela inclusão de micas do tipo fengita em quartzo. Nicóis cruzados. Aumento de 224 X.

Fotomicrografia 4 - Lâmina delgada. Nefelina sienito. Nicóis cruzados. Aumento de 18 X. Notar cristal de nefelina no canto direito. Salienta-se na seção a existência de fraturas desenvolvidas nos contatos entre minerais diferentes, na parte superior central da fotomicrografia.

Fotomicrografia 5 - Lâmina delgada. Textura coloforme desenvolvida por hidrôxidos de ferro, associados ao minério bauxítico. Notar feição deposicional no canto superior direito da foto. Chama a atenção nódulo de óxido de manganês em associação com gibbsita microcristalina, no centro à esquerda da foto. Lâmina delgada em minério do tipo concrecionário. Nicóis descruzados. Aumento de 70 X.

Fotomicrografia 6 - Lâmina delgada. Reticulado de gibbsita formado a partir da lixiviação do feldspato e preenchimento, primeiro das zonas fraturadas e depois do restante das cavidades por gibbsita. Notar o englobamento também de hidrôxidos de ferro, quartzo e outros minerais, com o preenchimento das cavidades por gibbsita. Nicóis descruzados. Aumento de 70 X.

Fotomicrografia 7 - Lâmina delgada. Amígdala envolvida por gibbsita, posteriormente, preenchida por pequena camada de hidróxidos de ferro e após por gibbsita. Sugere variações de pH e Eh tais que promovem em determinadas épocas solubilização dos hidróxidos de alumínio e posterior precipitação; mobilidade de hidróxidos de ferro e posterior precipitação, com alternâncias. Nicóis descruzados. Aumento de 30 X.

Fotomicrografia 8 - Lâmina delgada. Cristais de quartzo aprisionados em amígdalas formada por gibbsita microcristalina. Os grãos estão na parte central inferior da fotomicrografia e o maior encontra-se extinto. Notar que o reticulado de gibbsita apresenta-se bem desenvolvido, já com preenchimento quase total das cavidades. Nicóis cruzados. Aumanto de 18 X.

Fotomicrografia 9 - Lâmina delgada. Relicto de titanita em minério bauxítico. Substituição pseudomórfica de hidróxidos de ferro que marcam visivelmente a estrutura da titanita, inclusive suas clivagens características. Notar que no extremo superior esquerdo da fotomicrografia, a titanita foi revestida por uma capa gibbsítica, deixando bem à mostra o seu contorno anterior. Nicóis descruzados. Aumento de 18 X.

Fotomicrografia 10 - Lâmina delgada. Gibbsita em disposição reticular, em minério bauxítico do tipo granular, oriundo de bauxitização direta. Notar que há preenchimento de gibbsita em local pré-estabelecido, delineando contatos com feldspatos (micropertita?) já bastante alterados. Nicóis descruzados. Aumento de 40 X.

Fotomicrografia 11 - Lâmina delgada. Lâmina da fotomicrografia 10, com nicois cruzados. Comparar com a anterior e notar além dos vazios existentes (extremo superior esquerdo), também a existência de opacos (parte mediana inferior). Notar que há um ligeiro paralelismo no preenchimento dado pelos cristais de gibbsita nesta cavidade.

Fotomicrografia 12 - Lâmina delgada. Preenchimento de gibbsita segundo o plano de clivagem dos feldspatos que constituem a rocha mãe formadora do bauxito. Notar o controle textural de preenchimento. É visível o preenchimento do contorno do antigo mineral por gibbsita microcristalina. Nicos descruzados. Aumento de 18 X.

Fotomicrografia 13 - Lâmina delgada. Textura coloforme de gibbsita. Seção em amostra de minério do tipo concrecionário. Notar na parte inferior a coincidência deposicional dos hidróxidos de ferro, concordantes com a deposição e desenvolvimento das estruturas vermiculares das gibbsitas. Nicóis descruzados. Aumento de 70 X.

Fotomicrografia 14 - Lâmina delgada. Textura em esqueleto em minério bauxítico. Expressiva retilinidade deposicional. Desenvolvimento menos orientado das partes secundárias. Feição diagnóstica de mobilidade de gibbsita. Provável de posição em zona de fraturamento ou clivagem de mineral anteriormente existente. Nicóis descruzados. Aumento de 45 X. Comparar com a fotografia 14.

Fotomicrografia 15 - Lâmina delgada. Agregados fibro radiados de cristalitos de gibbsita em bauxito do tipo compacto. Não há nessa amostra, cavidades deixadas pela lixiviação dos minerais primários da rocha. Notar a feição de acomodação dos leitos de gibbsita. Nicóis descruzados. Aumento de 107 X.

Fotomicrografia 16 - Lâmina delgada. Cristais de gibbsita. Massa compacta fina, onde sobressaem cristais de gibbsita microcristalina nas cavidades, formando verdadeira "micro-druza". Na seção em questão não se observam indícios texturais da rocha formadora, como no caso dos bauxitos friáveis. A gibbsita tende a obstruir totalmente as cavidades porventura existentes. Nicóis parcialmente cruzados. Aumento de 176 X.

Fotomicrografia 17 - Seção delgada em nefelina sienito em fase de alteração. Notar que os cristais de feldspatos e de outros minerais, estão fraturados segundo seus planos de clivagem. É visível também uma separação nas zonas de contato entre os minerais diferentes. Nicóis cruzados. Aumento de 18 X.

Fotografia 1 - Recobrimento da área onde pode-se observar, em primeiro plano à esquerda e embaixo, rochas do embasamento; logo a seguir, tálus argiloso físico, posteriormente tálus argiloso químico, onde se encontram os jazimentos bauxíticos. Ao fundo o Maciço Alcalino de Passa Quatro. Foto tirada do alto do Morro da Pinga (a SW do Maciço). Comparar com figura ilustrativa abaixo.

- ALCALINAS,
- TÁLUS ARGILOSO FÍSICO,
- TÁLUS ARGILOSO QUÍMICO,
- BIOTITA GNAISSE.

Fotografia 2 - Cascalheira no Ribeirão do Braço, próximo da sua confluência com o Rio Jacu, distante do Maciço Alcalino de Passa Quatro em cerca de 16 km. Notar os seixos bem arredondados, sem muita seleção granulométrica, predominantemente constituídos de seixos de rochas alcalinas. São raros seixos de bauxito nessa cascalheira. Município de Lavrinhas, distrito de Pinheiros.

Fotografia 3 - Fraturamento intenso em quartzito. Afloramento no caminho da Fazenda Mato Quietto para o alto da Serra, em direção ao jazimento do Olício. Observar a constância do fraturamento e sua forte orientação.

Fotografia 4 - Matação de bauxito. Classificado como minério bauxítico graúdo. Imerso em matriz argilosa aluminosa ou bauxítica. Em escala maior, tal matação mostra as mesmas características do minério do tipo concrecionário. Afloramento no jazimento da Sede.

Fotografia 5 - Matacão parcialmente bauxitizado. Notar que o centro do matacão é constituído de rocha alcalina (nefelina sienito). A partir do centro, a rocha sofre alteração do tipo esfoliar, com passagem direta para bauxito poroso e friável. Comparar com a figura elucidativa abaixo. Afloramento na Jazida da Sede.

ALCALINA PARCIALMENTE INTEMPERIZADA,

CAMADA ALTERADA, JÁ BAUXITIZADA, ESFOLIADA,

BAUXITO COM TEXTURA GRANULAR, FRIÁVEL, CLARO, POROSO E LEVE,

BAUXITO DURO, AVERMELHADO, POUCO POROSO E DENSO.

Fotografia 6 - Argila matriz dos tálus. Na parte inferior do afloramento pode-se visualizar algum bauxito do tipo concrecionário miúdo. Afloramento a NE da Jazida da Sede.

Fotografia 7 - Bloco de nefelina sienito, associado ao tálus argiloso, onde predomina atualmente o intemperismo químico. Observar na extremidade direita do bloco sua esfoliação para formação direta de bauxito. Tal bloco já foi dinamitado duas vezes, de forma que seu tamanho na fotografia é menor do que seu tamanho original. Jazimento da Sede, Fazenda Mato Quietto.

Fotografia 8 - Vista do nível de base da Jazida da Sede. Destacados alguns seixos de quartzitos que estão imersos na matriz do tipo caulínítica. Notar que logo acima do nível de base destaca-se argila bauxítica contendo minério bauxítico do tipo concrecionário.

Fotografia 9 - Seixos de quartzito coletados no nível de base da Jazida da Sede. Notar a semi-estratificação do seixo à direita da fotografia, oriunda dos efeitos tectônicos anteriores a seu transporte. À esquerda, seixo de quartzito com forma triangular, diretamente associado com a feição estrutural de fraturamento imposta aos quartzitos da área. Comparar com fotografia 3.

Fotografia 10 - Seixos de "brecha de tálus" e de argila caulinitica. Notar que no seixo à direita, foi aglomerado na parte superior, um pequeno seixo de bauxito. Amostras coletadas no nível de base da Jazida da Sede.

Fotografia 11 - Vista de jazimentos de bauxito, associados ao tálus. Ao fundo estes jazimentos tendem a assumir um plano horizontal em seus pontos mais elevados, dando impressão de peneplanos. Essa situação é tão somente dada pelos divisores de água dessas elevações.

Fotografia 12 - Vista do tálus argiloso físico, em contato com o embasamento. A drenagem no primeiro plano é a do Ribeirão do Braço. Notar que o tálus ocupa sob uma forma plana todo o vale de inundação da drenagem. Destacam-se grandes blocos de rochas alcalinas, distantes da fonte em mais de 13 km. Ao fundo, morfologicamente discordantes, sobressaem as rochas do embasamento. Município de Lavrinhas, subida do Ribeirão do Braço, caminho para a Capela do Jacu.

Fotografia 13 - Minério miúdo bauxítico do tipo concrecionário. A cobertura externa é constituída de bauxito duro, mais denso e pouco poroso, que engloba núcleo de bauxito friável, leve e bastante poroso. Amostra coletada no jazimento da Sede.

Fotografia 14 - Minério miúdo bauxítico remobilizado. Na existência de pH e Eh adequado, os hidróxidos de alumínio são solubilizados e tendem a acompanhar as zonas de infiltração das soluções aquosas, pelo tálus. Com as modificações de pH, precipitam-se e formam estruturas do tipo vermicular como estas. Amostras coletadas no jazimento da Sede.

Fotografia 15 - Vista do jazimento do Olício, do centro para a esquerda da fotografia. Notar a declividade do colúvio com vegetação espessa. As rochas expostas fazem parte do Maciço Alcalino de Passa Quatro e constituem-se nesta borda de nefelina sienitos. A parte mais inferior deste jazimento assenta-se em gnaisses porfiroblásticos. Tal jazimento apresenta em volume cerca de 23% de matacões de rochas alcalinas sãs.

Fotografia 16 - Vista parcial do jazimento das Pedrinhas B. Canto superior direito da fotografia. Não se observa peneplanização do jazimento. O vale repleto de matacões em primeiro plano é o do Córrego do Bracinho. Note-se que a parte inferior do vale, partindo da base da encosta até a drenagem é constituída predominantemente de matacões. No alto da encosta já desaparecem tais matacões.

Fotografia 17 - Vista de uma frente de trabalho no jazimento da Sede. Notar o contato inferior brusco, entre a cama da mineralizada e a encaixante, gnaiss porfiroblástico alterado. Destacável no centro da fotografia a sinuosidade do contato. Acima canto direito, pode-se notar parcialmente a semi peneplanização do jazimento.

Fotografia 18 - Contato brusco do gnaiss porfiroblástico (G) com a camada mineralizada (T). Há no caso ocorrência de argila caulinitica associada próxima do contato. Notar miscigenação de minério miúdo com grão. Na porção superior central da foto, observa-se um matacão de bauxito. Vários seixos de bauxito são visíveis na camada mineralizada. Afloramento em frente de trabalho na Jazida da Sede.

Fotografia 19 - Contato da camada mineralizada (T), acima com o gnaiss porfiroblástico (G) abaixo (Jazida da Sede). É notável o contraste de um com o outro. Na camada mineralizada, insere-se grande concentração de minério miúdo concrecionário. A matriz do miúdo no caso é a argila altamente aluminosa.

Fotografia 20 - Vista da camada superficial de concentração de minério miúdo concrecionário. Notar que o minério no caso possui certa homogeneidade granulométrica. Encontra-se intimamente associado com a cobertura vegetal, como se vê. No caso a concentração é excepcional para a área. Afloramento no jazimento da Sede.