

CARACTERIZAÇÃO DAS FÁCIES DE ALTERAÇÃO DE UMA TOPO-SEQÜÊNCIA NO MACIÇO ALCALINO DE PASSA QUATRO, MG

JOEL BARBUJANI SÍGOLO* e BRUNO BOULANGÉ**

ABSTRACT Two types of bauxite concentration in the Passa Quatro alkaline massif are known. One results from the in situ evolution (lateritic type). The second results from removal and working by mechanical erosion and their consequent coluvionar deposition (pedimentary type). The present work describes only the lateritic type in a topossequence taking into account the geomorphological variation and genetic conditions of the deposits. Two main profiles of alteration are identified: 1. isalteritic bauxite profile on nepheline syenite and 2. isalteritic bauxite profile separated from the parent rocks (nepheline syenite) by a kaolinitic level. The morphoscopic and micromorphological evolution of the primary minerals is presented.

INTRODUÇÃO O presente trabalho reporta-se ao estudo de dois perfis de alteração de rochas alcalinas no Maciço Alcalino de Passa Quatro, os quais têm como resultado final lateritas aluminosas (bauxitas).

A primeira menção de ocorrência dos depósitos de bauxita na região do Itatiaia (sopé) provém do trabalho de Pinto (1937). O aspecto coluvionar e o aspecto econômico desses depósitos também foram descritos por Pinto (1938).

Ebert (1960), ao estudar os sedimentos coluvionares que circundam o Maciço Alcalino do Itatiaia propôs um mecanismo explicativo à formação dos mesmos como provenientes de "corridas de lama".

Tais depósitos foram novamente estudados por Ribeiro Filho (1967), o qual menciona a origem coluvionar e sua acumulação na forma de pedimentos (tálus).

O caráter genético, econômico e geoquímico desses depósitos foram apresentados por Sígolo (1979) e, posteriormente, por Toledo-Groke (1981). O primeiro propôs uma origem da bauxitização predominante *alóctone* e o segundo sugere uma origem dominante do tipo *autóctone* para as concentrações bauxíticas pedimentares do maciço alcalino de Passa Quatro, na região de Lavrinhas (SP). Posteriormente, Melfi & Carvalho (1983) incluíram os aludidos depósitos como do "Tipo Serra".

Sígolo & Ribeiro Filho (1986) classificam as concentrações bauxíticas da região em três tipos a saber:

1. Depósitos residuais formados a partir de rochas alcalinas (autóctones).
2. Depósitos coluvionares na forma de pedimentos em rochas alcalinas (alóctones).
3. Depósitos coluvionares na forma de pedimentos em rochas metamórficas (alóctones).

A dificuldade de discernimento entre um processo de bauxitização dominante alóctone e um autóctone, como apontam Sígolo e Toledo-Groke em seus trabalhos para os depósitos em apreço, só pode ser melhor elucidado com o apoio de estudo da estrutura, da mineralogia e da geoquímica das fácies e de sua distribuição na paisagem ao longo de uma topo-seqüência que esteja vinculada a depósitos *in situ* ou do tipo 1 (autóctones) da proposição de Sígolo & Ribeiro Filho (1986).

Deste modo, partindo-se do conhecimento dos vários depósitos bauxíticos existentes no interior do maciço alcalino de Passa Quatro e, tendo como princípio a identificação de seu caráter autóctone, elegeu-se o perfil do local denominado Alto das Posses, no município de Itamonte (MG) (Fig. 1). Esse local encerra aspectos fundamentais à gênese da bauxita ali existente e permite diagnosticar o comportamento geoquímico dos elementos e paragéneses minerais, dos produtos neoformados durante a ação da bauxitização sobre as rochas alcalinas presentes.

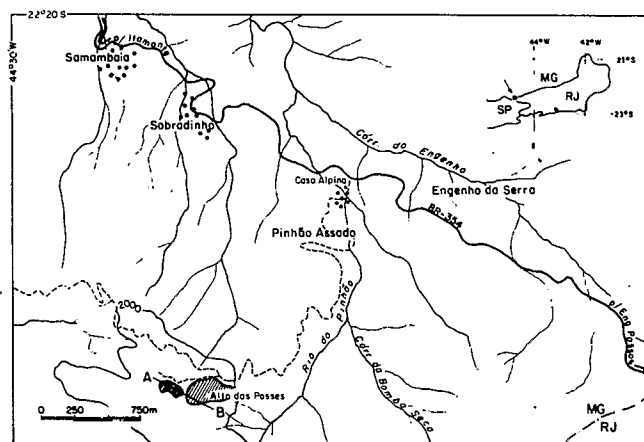


Figura 1 - Mapa de localização do perfil estudado. Base: Folha Topográfica de Passa Quatro, IBGE, SF.23-Z-A-1-3

GEOLOGIA LOCAL O Maciço Alcalino de Passa Quatro encontra-se localizado no limite geopolítico dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, sendo mais de 60% de sua área de exposição situada neste último. Os perfis de alteração estudados encontram-se inseridos numa topo-seqüência que dista 20 km da sede do município de Itamonte, no local denominado Alto das Posses, em uma altitude que varia de 2.000 a 2.190 m acima do nível do mar. O acesso a esse local, a partir de Itamonte, deve ser

* Departamento de Geologia Geral, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Caixa Postal 20899, CEP 01498, São Paulo, SP, Brasil

** Mission ORSTOM/USP, Departamento de Geologia Geral, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Caixa Postal 20899, CEP 01498, São Paulo, SP, Brasil

feito tomando a BR-354, no sentido Itamonte—Rio de Janeiro. Na altura do Hotel Casa Alpina, deve-se tomar a entrada à direita, passando pela área do hotel. A partir daí, segue-se por estrada encascalhada até a antiga lavra de bauxita, no Alto das Posses (Fig. 1).

Os maciços alcalinos do Itatiaia e Passa Quatro foram alvos de estudo parcial geológico-petrográfico por Ribeiro Filho (1967), que distinguiu a existência de diferenciação na saturação das alcalinas presentes no Itatiaia e a estendeu para o Maciço de Passa Quatro. Essa transição gradual de rochas saturadas a supersaturadas é marcada pela presença, no centro do Maciço do Itatiaia, de quartzo sienitos, o que, segundo o autor, deve representar a fase final da diferenciação magmática do referido maciço. Da borda para o centro, as rochas existentes gradam a nefelina sienitos e sienitos, pulaskitos, quartzo sienitos, brechas e granito alcalino, ou seja, termos cada vez mais diferenciados. Segundo o mesmo autor, esta complexa intrusão alcalina encontra-se encaixada em gnaisses pré-cambrianos. Por analogia, o autor estende as observações e estudos efetuados no Itatiaia ao Maciço Alcalino de Passa Quatro. Ambos maciços foram posteriormente classificados por Ulbrich & Gomes (1981) como uma associação granítica e alcali-sienítica. Penalva (1967) apresenta considerações sobre a geologia e a tectônica da região do Itatiaia, destacando a influência tectônica dos lineamentos antigos (pré-cambrianos) superimpostos ao maciço. Relaciona ainda a topografia atual a padrão de falhamentos impressos no maciço, os quais condicionaram o comportamento da rede de drenagem atual. Demonstra ser a expressão topográfica atual do maciço, resultado de deslocamento do teto da intrusão que ganhou espaço a partir de falhamentos verticais originados e/ou reativados no Paleoceno. Segundo ainda o mesmo autor, falhamentos pós-intrusivos ressaltaram morfologicamente as rochas alcalinas, afetando a área do planalto e a estrutura enclavar do flanco sul da intrusão, o que induziu a formação do espesso depósito de tálus (pedimentos) dentro do vale do Paraíba do Sul. Almeida (1983), ao propor a distribuição das rochas alcalinas mesozóicas da região sul da Plataforma Sul-Americana, insere ambos maciços na Província Alcalina da Serra do Mar.

OS PERFIS DE ALTERAÇÃO Os depósitos bauxíticos observados no local denominado Alto das Posses (Fig. 1) compreendem um conjunto de elevações inseridas numa altitude ao redor de 2.000 m acima do nível do mar. Este conjunto distribui-se morfologicamente numa série de colinas dispostas em formato de semicírculo, com borda convexa, configurando uma estrutura global de um anfiteatro (Foto 1). A rede de drenagem é do tipo radial. Na parte interna do conjunto, desenvolve-se uma área de planície. Esta compartimentação geomorfológica local cria condições singulares do padrão de drenagem — radial centrífuga na parte externa e centrípeta na interna.

Dentro desse quadro elegeram-se, na parte interna, a seção AB (Figs. 1 e 2) para a confecção de uma topo-seqüência de estudo. A topo-seqüência eleita encontra-se inserida em duas elevações capeadas por depósitos bauxíticos cuja parte mais superficial é constituída de uma couraça alumino-ferruginosa fragmentada e a parte inferior, da bauxita com textura e estrutura conservada da rocha-mãe. A declividade local dessas colinas são da ordem de 40°, estruturada sobre uma vegetação rasteira (Foto 1).



Foto 1 — Jazida das Posses, colina SE da figura 2. Toda a área compreendida pela vegetação rasteira representa ponto aflorante da couraça alumino-ferruginosa fragmentada. A pequena lavra na parte central da foto encontra-se abandonada

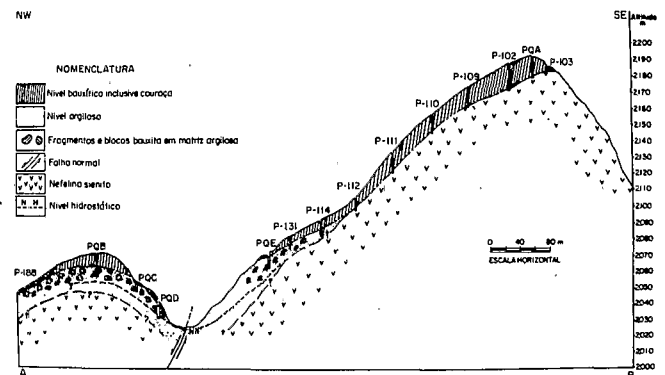


Figura 2 — Seção AB com a topo-seqüência estudada

Na seção AB, foram selecionados dois poços para a caracterização do quadro de alteração local (poços PQA e PQB). O primeiro compreende um nível de alteração bauxítico assentado na rocha-mãe (nefelina sienito) e o segundo, um nível de bauxita que se apresenta separado da rocha-mãe por significativa camada argilosa.

O PERFIL PQA O perfil PQA apresenta 9,20 m de profundidade e de seu topo para a base podem ser distinguidas as seguintes fácies (Fig. 3):

- de 0 a 1,90 m — couraça alumino-ferruginosa fragmentada
- de 1,90 a 5,80 m — bauxita friável isalterítica fraturada
- de 5,80 a 8,20 m — bauxita friável isalterítica maciça
- de 8,20 a 9,20 m — córtex de alteração e rocha alcalina.

Será apresentado a seguir o estudo das transformações estruturais e minerais das rochas alcalinas até a couraça alumino-ferruginosa com base nas observações macroscópicas e microscópicas dos mesmos.

A rocha alcalina e seu córtex de alteração A base desse perfil inicia-se a 9,20 m em rocha alcalina. Neste nível, a rocha alcalina encontra-se cortada por uma fratura preenchida de material argiloso e pequenos fragmentos de bau-

xita. Em direção ao topo do poço pesquisado, há um nível de córtex de alteração de 0,60 m que envolve a rocha.

Ao microscópio petrográfico esta rocha foi diagnosticada como nefelina sienito, de granulação grossa, leucocrática e de textura granular. Sua composição mineralógica é dada pela existência de micropertita subidiomórfica a idiomórfica, hornblenda, nefelina, biotita e eventualmente aegerinaugita e sodalita. Cristais de plagioclásio são raros. Os acessórios principais são titanita, opacos (magnetita principalmente); pirita, fluorita e apatita ocorrem de modo subsidiário. Há associação preferencial entre os opacos com hornblenda e/ou aegerinaugita (Fig. 5, esquema 1).

O córtex de alteração apresenta contato nítido e brusco com a rocha alcalina e ao microscópio pode-se observar que as transformações acontecem entre 2 e 30 mm.

A alteração inicia-se pelos contatos interminerais que perdem sua nitidez com os minerais primários, já denotando início de alteração dado pela mudança de sua cor de interferência.

Os minerais mais suscetíveis são os feldspatóides (nefelina principalmente e, nos casos em que ocorre, sodalita secundariamente). O avanço do processo de alteração permite a instalação de microcristais de gibbsita nos feldspatóides, já agora destituídos de seus caracteres identificativos de cristalinidade, a não ser por sua morfologia externa, que ainda mantém o contorno primário do mineral. Trata-se de uma alteração em estrutura do tipo linear irregular (Stoops *et al.* 1979) sustentada pela gibbsita e pela permanência de estrutura dos minerais circundantes.

Os minerais máficos, por alteração, liberam o ferro na forma de goethita, apresentando auréolas de difusão que atingem os minerais vizinhos, como também em paredes desenvolvidas nos planos de clivagem, nas fissuras, e que vão manter o arcabouço original dos cristais.

A dissolução dos feldspatos potássicos desenvolve-se ao longo dos planos e descontinuidade dos cristais (clivagens, contatos interminerais e intraminerais). Essa dissolução produz inicialmente um material isotrópico que, ao microscópio óptico, possui mesmo índice de relevo das gibbsitas microcristalinas (gibbsita criptocristalina) (Fig. 5, esquema 2).

Essa gibbsita cristaliza-se apoiada no arcabouço dos planos de clivagem, de modo que a estrutura primária dos minerais permanece conservada, apesar do desenvolvimento de uma porosidade bem expressiva.

O processo de alteração ora apresentado caracteriza-se por transformações pseudomórficas de minerais primários com conservação da textura e estrutura da rocha-mãe. Em função disso, pode-se falar em formação de uma isalterita.

A bauxita friável isalterítica maciça De 8,20 a 5,80 m identifica-se *bauxita maciça*, eventualmente cortada por fraturas preenchidas com material argiloso. Nas bordas dessas fraturas, o aspecto poroso e friável dessa bauxita é em parte reduzido face à concentração de material argiloso em seus poros e vacúolos.

No plano microscópico, a cristalização da gibbsita criptocristalina propicia o surgimento de um plasma secundário constituído de gibbsita microcristalina com manutenção do padrão linear cruzado, surgido na fase de alteração inicial dos feldspatóides e feldspatos, ambos com conservação das estruturas primárias. A difusão de ferro a partir dos minerais primários ferruginosos alterados e a remoção e deposição do alumínio partindo da alteração inicial dos

feldspatóides e, logo a seguir, dos feldspatos são refletidas numa *acumulação relativa* de produtos aluminosos e ferruginosos. A migração intermineral e a desenvolvida ao longo do perfil permitem o rápido preenchimento dos vazios produzidos tanto das nefelinas como dos feldspatos, resultando numa *acumulação absoluta* de produtos aluminoferruginosos (Boulangé *et al.* 1987). Assim, a produção dessa bauxita friável isalterítica maciça é dada pela deposição de produtos aluminoferruginosos, nos vazios e nas descontinuidades minerais, em consonância com a intensificação da alteração dos minerais opacos e dos ferruginosos primários aliada à geração de novos poros e vazios em toda a textura da rocha (Fig. 5, esquema 3).

A bauxita friável isalterítica fraturada No perfil ora estudado, de 5,80 a 1,90 m observa-se a existência de fragmentos e blocos entre 40 a 80 cm de *bauxita friável isalterítica*, capeados por córtex aluminoferruginoso de 1 a 6 cm imersos em matriz de material argiloso que ocupa eventualmente planos de fratura. Os fragmentos são de cor marrom-amarelada, friáveis internamente e compactos e duros externamente (córtex). Em certos casos, tais fragmentos encontram-se seccionados por fraturas preenchidas por material argiloso. A porosidade dos fragmentos na parte interna é milimétrica e na externa, quando ocorre córtex, é incipiente.

As características microscópicas desse material é similar a da bauxita friável isalterítica maciça para a parte interna. Na parte externa (córtex), as feições reliquias são obliteradas pela mobilização, remobilização e deposição de produtos de ferro e alumínio.

A couraça aluminoferruginosa fragmentada A passagem do nível inferior para o próximo nível ocorre de modo brusco pois a 2,0 m de profundidade há uma fratura quase horizontal que separa os dois níveis. Possui cerca de 22 cm de largura, adelgada para norte e preenchida de material argiloso, fragmentos de bauxita e vênulas de óxidos e hidróxidos de manganês.

Em direção à superfície, partindo desse plano de fratura, observa-se entre 1,80 e 0,90 m um nível com fragmentos de bauxita com tamanho centimétrico a decimétrico, que possuem cor amarelada, com forma irregular, maciços, densos, porosos (poros de 3 a 10 mm; em alguns casos, os poros encontram-se parcialmente preenchidos por material argiloso de cor vermelho-pálido a quase rosado). Esses fragmentos encontram-se imersos em matriz argilosa de cor amarelo-esbranquiçada, com ocorrência freqüente de fragmentos de bauxita menores (de 2 a 30 mm).

A partir desse nível até a superfície há apenas modificação na relação fragmentos/matriz, que diminui em favor dos fragmentos, chegando à quase inexistência de matriz por volta de 0,60 m do poço. Nos 0,2 m iniciais, a matriz é representada por material de cor cinza-negra, em associação com raízes e matéria orgânica (camada de húmus). Neste ponto ocorrem fragmentos de 0,1 a 15,0 cm de bauxita compacta, que afloram na superfície do solo.

Ao nível microscópico é possível ser notado que o arcabouço das lito-reliíquias formadas pela gibbsita microcristalina nos estágios anteriores de alteração desaparece agora quase totalmente. Forma-se um plasma secundário único, constituído mineralogicamente de gibbsita microcristalina, em dispersão com poros e cavidades geradas nas fácies anteriores e que agora se encontram preenchidos por com-

postos de Fe (goethita; hematita) e compostos de Al (gibbsita e argilo-minerais). Surgem de modo mais abundante diversos cutans (gibbsanes, ferrigibbsanes, ferrans e argilans). O vestígio mais próximo das lito-relíquias existentes reporta-se a raros casos de descontinuidades (clivagens e microfraturas) anteriormente preenchidas por compostos de ferro e que conseguem preservar-se até esta fase de evolução. O produto final formado compreende material compacto, alumino-ferruginoso, ao qual se denomina *couraça alumino-ferruginosa, fragmentada* (Fig. 5, esquema 4).

A evolução da bauxita é caracterizada pela destruição quase total da textura e estruturas primárias da rocha-mãe, por acumulação e remobilização dos produtos de alumínio e ferro neoformados. Esta feição é importante na parte

superior do perfil (primeiro 0,90 m) em adição à intensa fragmentação da bauxita neste nível e pela quase inexistência de feição lito-reliquiar encontrada na parte mais inferior dessa fácies (de 0,90 a 1,80 m).

O PERFIL PQB Este perfil (Fig. 4) atinge a profundidade de 15 m e em seus 5,5 m iniciais denota a existência de todas as fácies descritas para o perfil PQA. Apresenta diferenças apenas na espessura de cada nível que pode ser sumarizada como se segue:

- de 0 a 1,70 m - couraça alumino-ferruginosa fragmentada
- de 0,70 a 3,40 m - bauxita friável isaltertítica fraturada
- de 3,40 a 5,50 m - bauxita friável isaltertítica maciça
- de 5,50 a 15,00 m - argila caulínítica a fragmentos de bauxita isaltertítica friável.

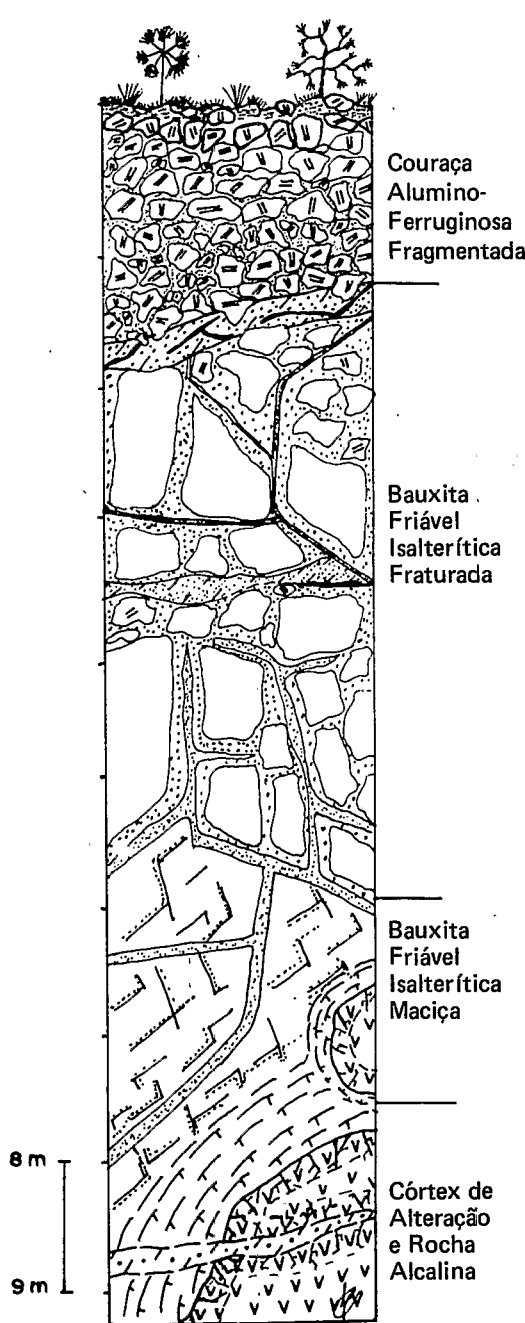


Figura 3 - Poço PQA

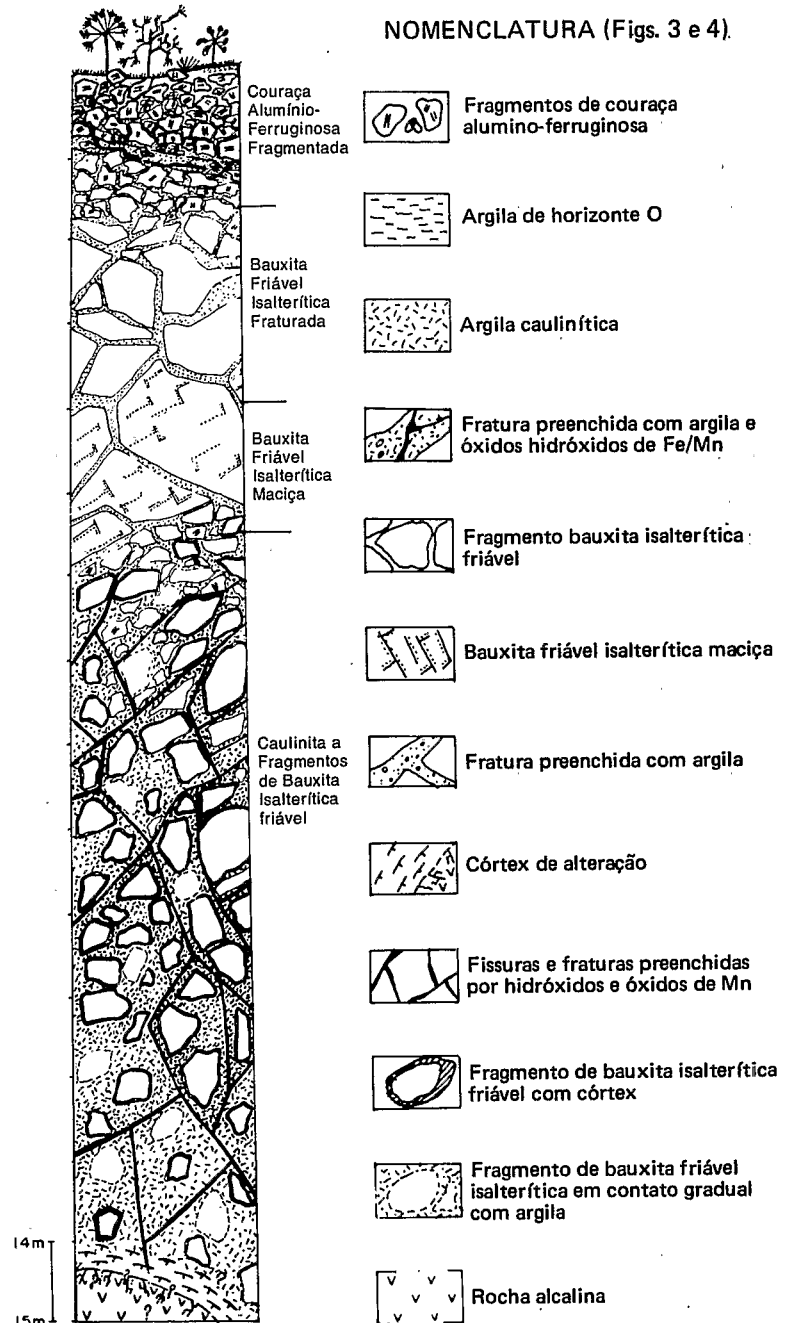


Figura 4 - Poço PQB



Esquema 4 – Couraça aluminó-ferruginosa. Desaparecimento total da textura reliquiar. Poros e vacúolos preenchidos por argila, gibbsita e hidróxidos e amorfos de Fe. Plasma secundário de gibbsita microcristalina. Microfraturas cortam o plasma gibbsítico. 25 X, LP



Esquema 3 – Bauxita maciça. Vazios (nas nefelinas principalmente) e nos feldspatos potássicos. Remobilização dos hidróxidos de Fe ao longo dos planos de clivagens dos minerais máficos (hornblenda e aegerinaugita). Concentração de óxidos hidróxidos e amorfos de Fe nos vazios. Seção PQA 15, 25 X, LP



Esquema 2 – Bauxita friável. Gibbsita microcristalina ao longo dos planos de clivagem e contatos interminerais. Nefelinas sem preservação da cristalinidade (formação dos “favos de abelha”). Hornblendas (núcleo de vários cristais) em alteração formando auréola de difusão de hidróxidos de Fe ao redor do cristal. Fundo matricial constituído de gibbsita criptocristalina (isotrópica) nos núcleos dos FK e ao longo das discontinuidades. Seção PQA 17a, 25 X, LP



Esquema 1 – Rocha alcalina sã. Feldspatos potássicos (2) (ortoclásio e micropertita), hornblenda (3), nefelina (1), eventuais sodalitas, opacos (5), titanita (4), fluorita e raras aegerinaugitas. Seção PQA 17c, 25 X, LP

De 5,5 a 15 m, o perfil apresenta um domínio de *argila caulinitica* como matriz, onde ocorrem fragmentos de bauxita de aspecto compacto e com parte interna friável, apresentando preservação da estrutura e textura da rocha-mãe. A relação percentual desses fragmentos com a matriz é da ordem de 30%, havendo aumento ou diminuição de matriz ao longo do nível. Este nível de caulinita com fragmentos reliquiais de bauxita é entrecortado por vênulas e fraturas preenchidas por produtos argilosos e óxidos-hidróxidos de Fe e Mn.

As características morfoscópias dos fragmentos nesse nível são: tamanho entre 2 e 90 cm, forma irregular, parte externa (córtex) endurecida e de coloração avermelhada (resultado do enriquecimento em produtos secundários de ferro e alumínio, e por esta razão denotando ausência quase total de lito-reliquias).

A parte interna desses fragmentos constitui-se basicamente de bauxita friável, com estruturas e texturas da rocha-mãe conservadas, possuindo de modo geral cor amarelo-clara a vermelho-clara. Sua porosidade é elevada se comparada com o córtex e, eventualmente, encontra-se preenchida por argila. Outros fragmentos, nesse nível não apresentam o tipo de córtex anteriormente descrito. Constituem-se exclusivamente da parte interna, que neste caso demonstra forte inter-relação com a argila-matriz, sendo parcela significativa de sua porosidade por ela preenchida. A manutenção de estrutura e textura da rocha-mãe é gradualmente destruída pelo aparecimento e preenchimento da argila-matriz à medida que se faz a observação cada vez mais à borda do fragmento. Tais fragmentos denotam de modo claro um contato gradual com a matriz caulinitica e ocorrem ao longo de toda a extensão do nível descrito.

Em estudo micromorfológico, a argila-matriz em apreço sugere advir de um processo evolutivo iniciado na desagregação de nódulos de gibbsita microcristalina, os quais mantêm de modo constante contato gradual com a argila-matriz (Fig. 5, esquema 4a).

CONSIDERAÇÕES FINAIS Com base nas descrições apresentadas, admite-se que o horizonte mais evoluído (couraça alumino-ferruginosa) seja proveniente de intensa remobilização e concentração de Fe e Al.

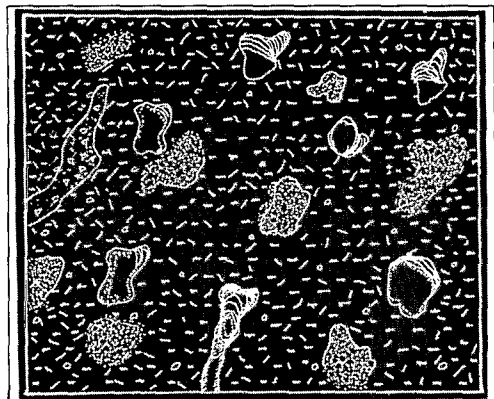
A alteração pseudomórfica dos minerais primários, nefelinas primeiramente e a seguir os feldspatos é acompanhada de uma perda de matéria a qual gera importante

porosidade; com isso se forma uma *alterita com textura conservada ou isalterita*, caracterizada por uma *acumulação relativa* de produtos residuais.

Os poros são ocupados por produtos secundários de Fe e Al, predominantemente advindos de migração intermineral e ao longo do perfil de alteração, permitindo um enriquecimento da isalterita por *acumulação absoluta*. Essa fase é acompanhada pelo quase total mascaramento das estruturas e texturas primárias da rocha-mãe, tal como é observado na couraça e em parte no córtex dos fragmentos de bauxita no nível *caulinita com fragmentos de bauxita isalterítica friável*.

Desenvolve-se então uma matriz secundária, não-reliquiar, constituída predominantemente de gibbsita microcristalina, criando produtos de alteração não isovolume. Este resultado final é observado tanto no perfil PQA como no PQB. No primeiro, em direção à rocha sã, os produtos encontrados correspondem à alteração do tipo isalterítica e, logo após, depara-se com córtex de alteração da própria rocha. Tal aspecto, em associação com os dados expostos anteriormente, permite designar o perfil como sendo de bauxita isalterítica. De outro lado, no perfil PQB, dadas as características estruturais e micromorfológicas do material em tudo similares ao poço PQA na parte superior, admite uma origem e evolução do tipo isalterítica em fase inicial e que agora se encontra em processo de desestabilização geoquímica, que permite a passagem de gibbsita em caulinita. A ocorrência de espessa camada caulinitica na elevação — compreendida pelos poços P-188, PQB, PQC e PQD (Fig. 2), em consonância com os estudos morfoscópio e micromorfológico do perfil de alteração e fácies formadas nesses poços — sugere um processo de ressilicificação de bauxita friável isalterítica maciça. Provavelmente o aporte de sílica liberada na continuidade de lixiviação da isalterita fornece condições de desequilíbrio geoquímico na bauxita com apoio de variação do lençol freático ao longo da topo-seqüência (Fig. 2), que permite o contato de soluções ricas em sílica com bauxita anteriormente formada.

Agradecimentos Os autores agradecem ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio parcial na realização dos trabalhos de campo.



Esquema 4a — Nódulos de gibbsita imersos em matriz argilosa (caulinita) de cor clara, isotrópica. Pedoturbação incipiente, formação de ferrans, argilans, gibbsans e ferrigibbsans. Seção PQB 18, 22a e 22b, 100 X, LP

Figura 6 — Aspecto textural de argila na fácies caulinita com fragmentos reliquiais. Perfil PQB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. — 1983 — Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Rev. Bras. Geoc.*, 13(3): 139-158.
- BOULANGÉ, B.; SÍGOLO, J.B.; DELVIGNE, J. — 1987 — Petrologia das concentrações relativas e absolutas em perfis de alteração lateríticos. Exemplos de enriquecimento supérgeno de ferro e alumínio. *Bol. IG*, 18 (série científica; no prelo).
- EBERT, H. — 1960 — Novas observações sobre a glaciação pleistocênica na Serra do Itatiaia. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 32(1): 51-73.
- MELFI, A.J. & CARVALHO, A. — 1983 — Bauxitization of alkaline rocks in Southern Brazil. In: NAHON & Y. NOACK eds. Petrology of weathering and soils. *Sci. Geol. Mem.* 71(3): 161-172.
- PENALVA, F. — 1967 — Geologia e tectônica da região do Itatiaia. *Bol. FFCL USP*, 22(320): 95-196.
- PINTO, M.S. — 1937 — Bauxita. *Eng. Min. Met.* 2(8):145-157.
- PINTO, M.S. — 1938 — Descoberta da ocorrência de bauxita no Itatiaia. *Eng. Min. Met.*, 3(15):183.
- RIBEIRO FILHO, E. — 1967 — Geologia e petrologia dos maciços alcalinos do Itatiaia e Passa Quatro. *Bol. FFCL USP*, 22(320): 5-94.
- SÍGOLO, J.B. — 1979 — *Geologia dos depósitos residuais bauxíticos de Lavrinhas-SP e sua viabilidade econômica*. São Paulo, 190 p. (Dissertação de Mestrado, IGUSP).
- SÍGOLO, J.B. & RIBEIRO FILHO, E. — 1986 — Classificação das concentrações bauxíticas da região de Lavrinhas-SP. *Rev. Bras. Geoc.*, 16(2):149-156.
- STOOPS, G.; ALTMULLER, H.J.; BISON, E.B.; DELVIGNE, J.; DOBROVOLSKY, V.V.; FITZPATRICK, E.A.; PANEQUE, P.; SLEEMAN, J. — 1979 — Guideline for the description of mineral alteration in soil micromorphology. *Pedologie*, XXXIX, 1(Guent):121-136.
- TOLEDO-GROKE, M.C.T. — 1981 — *Evolução geoquímica, mineralógica e micromorfológica no processo de bauxitização*. Estudo comparativo dos depósitos de Mogi das Cruzes, Curucutu e Lavrinhas, SP, associados a diferentes tipos litológicos. São Paulo, 106 p. (Dissertação de Mestrado, IGUSP).
- ULBRICH, H.H.G.J. & GOMES, C.B. — 1981 — Alkaline rocks from Continental Brazil. *Earth Sci. Rev.*, 17:135-154.

MANUSCRITO 451

Recebido em 14 de abril de 1987

Revisão aceita em 3 de agosto de 1987

Que pode exceder em belezas as maravilhosas adaptações dos meios da natureza aos seus fins e a regra infalível da lei e da ordem que governa as suas manifestações, mesmo as aparentemente mais irregulares e complicadas?

Albert Nichelson