

BAUXITIZAÇÃO NO DISTRITO DE POÇOS DE CALDAS, MINAS GERAIS, BRASIL

Por

BENJAMIN N. WEBER

Hannaco do Brasil

ABSTRACT

Chemical decomposition is the dominant factor in the weathering processes occurring in Poços de Caldas district, usually leading to the formation of kaolin minerals by simple hydration. Where bauxitization occurs it proved to be of direct origin in 35% of the cases and of indirect origin in the remaining 65% of cases. Direct bauxitization and kaolinization are in progress at present, occasionally in the same general area.

Both direct bauxitization of country rocks and bauxitization of clay can be seen to have been controlled by drainage. In an environment of obstructed drainage the weathering product is always clay. Under active drainage bauxitization and or kaolinization may result. Direct bauxitization is believed to be the result of a favorable pH. The role of pH is very simple; by slight increase in acidity, kaolinization is favored. The conditions under which silica and alumina react to form clay are subject to intricate controls. Conditions under which silica can remain in solution and be removed seem to be chemically simpler.

Kaolin formed under existing climatic controls, is subject to bauxitization if drainage remains or becomes active. Bauxite, independent of direct or indirect origin, can be enriched to secondary gibbsite or resilicited to form clay. Both processes can be clearly observed but are considered to be devoid of any economic importance.

INTRODUÇÃO

Os depósitos de bauxita no distrito de Poços de Caldas, em Minas Gerais, Brasil, são conhecidos há muitos anos. Registrou-se uma produção durante a 2ª Guerra Mundial de cerca de 60.000 toneladas. Tem sido mantida, desde então, pequena e contínua produção. Os depósitos foram estudados por vários geólogos, mas nenhum estudo dimensional foi possível devido à falta de exposições suficientes para mostrar claramente a profundidade e o modo de ocorrência da bauxita, bem como o embasamento.

Os depósitos são um tanto singulares por sua ocorrência predominante em taludes íngremes de terreno montanhoso. Embora as rochas matrizes sejam uma sequência alcalina de intrusões que se bauxitizam rapidamente em condições apropriadas, a bauxitização não foi o processo de

intemperização predominante na área, mas é limitada a certas localidades. A bauxita se formou por laterização de diversas rochas, cada variedade determinando um tipo distinto de bauxita. A bauxitização pode ser observada em diversos estágios de formação, tanto no ciclo direto quanto no indireto. Os depósitos são singulares por sua idade recente, facilmente perceptível. As condições em que a bauxita se formou são as mesmas ou bastante semelhantes àquelas existentes atualmente.

O planalto de Poços de Caldas deve sua feição fisiográfica principalmente à erosão diferencial de uma complexa intrusão de rochas alcalinas em gnaisses e arenitos. A erosão foi, de certo modo, orientada por falhamentos. O planalto é quasi circular. Seus limites, exceto em um local, coincidem com a borda da intrusão. O planalto eleva-se cêrca de 600 metros acima da superfície ondulada do planalto oriental do Brasil. A margem do planalto é formada por uma orla de montanhas que se elevam cêrca de 300 metros acima da parte central do planalto e cêrca de 600 metros acima da região externa. Em secção transversal, o planalto de Poços de Caldas lembra um cone circular truncado com uma parte central deprimida simulando uma cratera. As intrusões alcalinas controlam em grande parte a forma e extensão do planalto, ajudadas por alguma subsidência por falhamento da parte central. A zona montanhosa da orla, constituída por fase bruscamente resfriada das intrusões posteriores e pelas encaixantes enrijecidas, resistiu à erosão mais eficazmente do que a porção central do corpo intrusivo, o qual é constituído de rocha alcalina de granulação mais grosseira e que forma uma depressão central no planalto. Gnaisses e arenitos podem ser encontrados em altitudes correspondentes às das intrusões topograficamente mais altas.

A parte central da intrusão, uma bacia elevada circundada por morros, é de topografia moderadamente ondulada, com uma rêde de drenagem altamente ramificada e geralmente vagarosa. A orla do planalto foi moldada em feitio topográfico mais abrupto do que a porção central, e os rios, que são de declive moderado na parte central, lançam-se da borda do planalto em cachoeiras e cataratas espetaculares.

TIPOS DE BAUXITA

A maior parte da bauxita encontra-se nos taludes íngremes ou no tôpo dos morros da orla norte do planalto. Com relação ao aspecto físico, a bauxita varia um pouco. Alguns tipos fornecem um índice de sua origem. O único óxido de alumínio é representado por gibbsita, cristalina e manchada de ferro (menos na de origem secundária). Partículas argilosas ocorrendo com a bauxita, são de caulinita.

Há quatro tipos físicos gerais de bauxita ou laterito bauxítico:

1. Cascalho superficial. Esta bauxita é em parte nodular e em parte fragmentar. É tanto o resultado da intemperização da bauxita homogênea, como do enriquecimento superficial da bauxita do tipo 3 através da remoção da argila intersticial por água

corrente superficial. O cascalho superficial tem geralmente menos de 1 metro de espessura.

2. Bauxita homogênea. Bauxita amarelo-claro porosa, friável e celular. Pode mostrar um vago sistema de juntas herdado da rocha matriz, desde que formada por bauxitização direta. Os alvéolos são muitas vezes arranjados como o reticulado de limonita e quartzo dos chapéus de ferro. Próximo à superfície os alvéolos podem ser forrados com cristais de gibbsita secundária. A bauxita homogênea consiste quase inteiramente de gibbsita pigmentada por ferro, com pequena quantidade de caulinita residual.
3. Bauxita nodular com matriz argilosa. Composta de pequenos nódulos, tubos e agregados irregulares de bauxita disseminados em matriz de argila caulínica. Os fragmentos de bauxita podem conter argila entranhada ou podem ser gibbsita pura. Os nódulos de bauxita podem ser acompanhados de nódulos de caulim endurecidos.
4. Bauxita do tipo de substituição. Composta de massas irregulares de bauxita do tipo 2 em matriz argilosa, sugerindo bauxitização incompleta de argila, irradiando-se de núcleos de substituição. As massas de argila e de bauxita podem atingir vários pés de diâmetro. A distribuição, tanto da argila quanto da bauxita, é bastante errática.

ROCHAS ALCALINAS

As rochas intrusivas alcalinas são de tipos afins, com mineralogia ligeiramente variável e incluindo algumas espécies incomuns. Apresentam notável variação em textura, desde rochas afaníticas compactas, densas, até rochas cristalinas grosseiras, nas quais o tamanho dos cristais se aproxima ao do pegmatítico. A variação de tamanho dos cristais sugere intrusões a diferentes pressões e a diferentes velocidades de resfriamento. Provavelmente existe um hiatus, de tempo particularmente, entre os grupos mais velho e mais novo. As intrusões mais antigas são mais grosseiramente cristalizadas e mais intensamente zeolitizadas do que o grupo mais novo.

As intrusões alcalina não foram profundamente erodidas, aflorando ligeiramente abaixo do topo original.

As seguintes fácies alcalinas foram reconhecidas, associadas com bauxita. Nenhum estudo de carácter regional foi feito e as observações seguintes são restritas às áreas onde ocorre bauxita comercial.

Em ordem ascendente de idade:

Grupo Mais Novo

Fonolito: Extrusivo ou intrusivo a pequena profundidade. É de granulação fina, afanítico, com uma tendência para uma quase estratificação que pode representar estrutura fluídala. A sua ocorrência, tanto quanto foi possível observar, é limitada em área, mas pode ser uma importante unidade em outros lugares do planalto. Não está laterizada e recobre fonolito-pórfiro.

Fonolito-Pórfiro: Intrusivo em rochas alcalinas mais antigas, bem como em gnaiss e arenito, segundo feitiço irregular. É seguramente a rocha matriz de metade da bauxita. Caracterizado por abundante nefelina e feldspato alcalino. Componentes fêmicos são principalmente piroxênio com anfibólio subordinado. Não foi observada zeolitização. O fonolito-pórfiro foi a última fase intrusiva das rochas alcalinas; êle corta tôdas as outras fáceis e penetra no arenito de Botucatu de idade triássica, o qual repousa sôbre o gnaiss pre-cambriano com bem marcada inconformidade. Isto data a última intrusão como pós-triássica, provavelmente cretácea.

Sienito nefelínico: Contém os mesmos minerais e aproximadamente nas mesmas proporções que os do fonolito-pórfiro. Precedeu o fonolito-pórfiro que o corta com contacto intrusivo nítido. O sienito nefelínico é importante rocha matriz da bauxita.

Sienito nefelínico com cancrinita: Formado por nefelina e feldspato alcalino em grandes cristais de até 8 cms. de comprimento. Contém quantidades apreciáveis de cancrinita em certos pontos. Contém apatita e acmita como acessórios raros. Ocasionalmente ocorrem cristais de pirita. A zeolitização é visível mas não intensa. A nefelina pode mostrar-se parcialmente alterada em analcita. Êste sienito nefelínico com cancrinita é mais antigo do que o fonolito pórfiro, que o intersecta. A sua relação com sienito nefelínico não foi determinada. Lateriza-se facilmente produzindo bauxita de baixo teor de ferro.

Grupo Mais Antigo

Sienito nefelínico com eudialita: Uma rocha intrusiva de textura moderadamente grosseira e constituída principalmente de nefelina e feldspatos alcalinos, bem como de piroxênios. Anfibólio é menos abundante do que piroxênio. Eudialita e zircão idiomórficos são acessórios comuns. Bauxitiza-se facilmente produzindo bauxita um tanto rica em ferro devido a abundância de piroxênios. Esta intrusiva é cortada pelo fonolito-pórfiro, porém sua relação com os outros membros do grupo alcalino não foi determinada na limitada área estudada.

Sienito nefelínico gnáissico, com eudialita: Desenvolveu estrutura gnáissica por disposição paralela de feldspatos tabulares. Abundantes

minerais fêmicos ocorrem usualmente formando lentes em tórno dos feldspatos. Essencialmente é uma rocha com feldspato, nefelina e abundante piroxênio. Os minerais fêmicos constituem cêrca de metade da rocha. Eudialita é usualmente um acessório comum mas em algumas localidades é um dos principais minerais. Zircão e esfeno são acessórios comuns. A zeolitização é bem difundida, sendo a analcita e natrólita os zeólitos formados. A ausência de minerais metamórficos está em contra-posição com a estrutura gnássica. Possivelmente a distribuição paralela de feldspatos nos "olhos" de minerais fêmicos é o resultado da cristalização sob pressão orientada, de modo que os cristais tenderiam a crescer ao longo de linhas de menor esfôrço.

A rocha lateriza-se ràpidamente com remoção quase completa da sílica, excepto aquela contida no zircão. O zircão é indiferente aos processos de laterização, podendo ser encontrado no laterito. A eudialita decompõe-se completamente, produzindo resíduos de óxidos de ferro e manganês. O produto final laterítico desta rocha é a ferralita ou bauxita de teôr elevado em ferro.

Rochas encaixantes: As rochas que foram interessadas pelo complexo alcalino são um orto-gnaisse de origem granítica e o arenito de Botucatu. O gnaisse gera bauxita através da laterização, mas a sílica livre não é afetada; fragmentos de quartzo perduram na laterita.

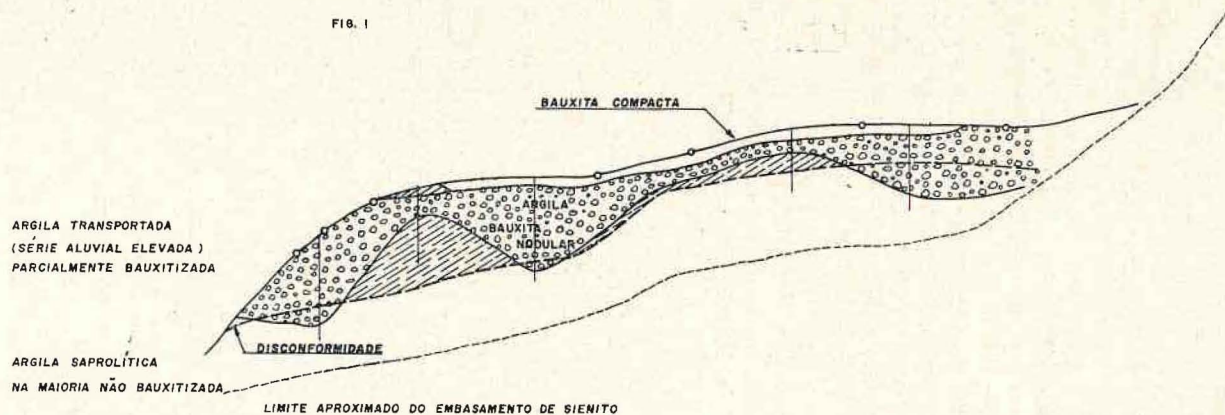
IDADE E CONDIÇÕES DE LATERIZAÇÃO

Além das rochas eruptivas e metamórficas que geraram bauxita por laterização, também um sedimento foi laterizado, o que nos dá uma indicação da idade da bauxita. Êste sedimento é uma aluvião elevada, de ocorrência limitada a terraços fluviais. É composta de argila grosseiramente estratificada, com pequenas lentes de cascalho. Contém uma lente de argila negra cuja côr é devida a partículas de carbono que se inflamam e queimam à temperatura de calcinação. Esta argila provàvelmente representa uma situação palúdica local por ocasião da deposição. A aluvião mostra contribuições locais de cascalhos e argilas transportados de taludes íngremes das vizinhanças. A rêde de drenagem que depositou a maior parte das aluviões elevadas está agora entalhada cêrca de 50 metros abaixo do seu nível original. A drenagem está inteiramente encravada nas rochas alcalinas e os sedimentos foram todos derivados da bacia de drenagem. As aluviões elevadas descansam sôbre argila saprolítica, e em alguns casos diretamente sôbre o sienito. A desconformidade entre as aluviões elevadas e a argila saprolítica forma uma superfície ondulada bem delineada, com bolsas e lentes de seixos rolados por água, constituídos principalmente de gibbsita cristalina dura. Esta desconformidade pode geralmente ser determinada nos furos das sondas pelo aumento de bauxita a altura do leito basal de seixos de gibbsita, com mudança inferior para argila saprolítica. (Fig. 1).

Esta ocorrência é uma chave para a idade da laterização. Os seixos de gibbsita acima da desconformidade mostram que a bauxita for-

Secção através da disconformidade entre Aluviões elevadas
e Argila Saprolítica

FIG. 1



Disconformidade na superfície



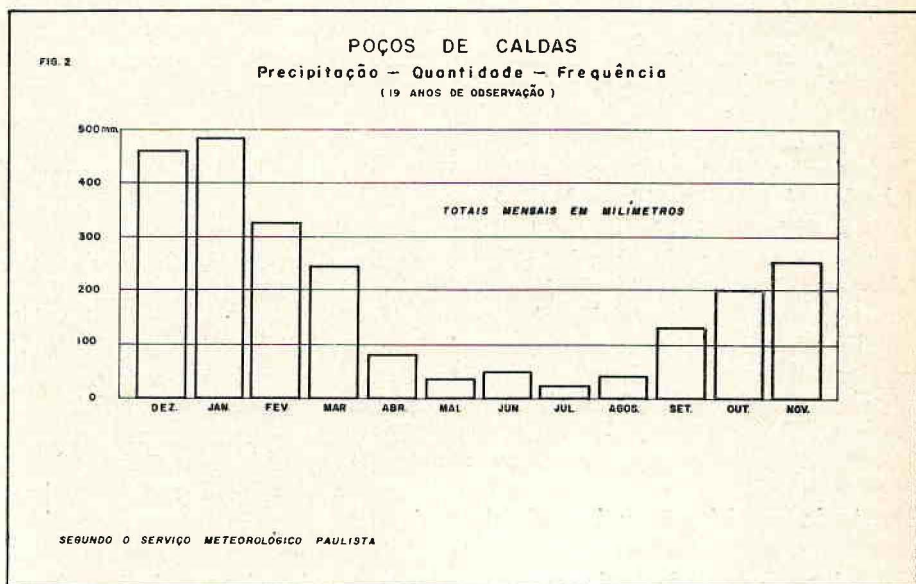
RELAÇÃO ENTRE A BAUXITIZAÇÃO E A DISCONFORMIDADE
ENTRE ALUVIÕES ELEVADAS E A ARGILA SOPROLÍTICA MAIS ANTIGA

mou-se e foi erodida antes das aluviões elevadas se depositarem. A bauxitização das aluviões elevadas provavelmente começou quando o entalhamento dos rios atingiu o nível em que os terraços passaram a ser bem drenados. A intensidade de laterização das aluviões elevadas é comparável as observadas em rochas eruptivas ou suas argilas saprolíticas.

A maior parte da laterização na região parece ter ocorrido depois que a rêde de drenagem foi submetida a algum rejuvenescimento e abaixada até quase o seu nível atual.

Este fato é geologicamente recente. O fenómeno da bauxitização está ainda em progresso em algumas localidades. A idade recente torna desnecessárias as inferências sôbre as condições ao tempo da bauxitização. Elas são em essência aquelas reinantes agora na região, exceção feita da cobertura das florestas.

A precipitação anual na região é de 230,81 milímetros, e é distintamente cíclica, como mostra o gráfico abaixo correspondente a um período de 19 anos.



A precipitação na borda do planalto é apreciavelmente maior do que a indicada, embora sujeita à mesma periodicidade. Massas de ar húmido chocam-se com a orla do planalto e descarregam grande parte de sua humidade antes de atingir Poços de Caldas. São as partes mais altas dos morros da periferia do planalto que são mais extensivamente bauxitizadas. Fases alternadas, sêcas e húmidas, constituem, geralmente, condição favorável para bauxitização, e esta condição é alcançada não só em grande escala (evidenciado pela distribuição da precipitação, nas estações do ano) como também em pequena escala de tempo, devido a drenagem rápida por taludes íngremes após as grandes chuvas.

A temperatura durante todo o ano é branda, aproximando-se da de clima sub-tropical. O registro para 1957 foi gentilmente cedido pelo Serviço Meteorológico do Ministério da Agricultura:

Média mensal da temperatura diária — ° C — 1957 (Dia)

Jan.	21,0	Abril	18,3	Julho	14.	Outubro	20,8
Fev.	20,55	Maior	15,45	Agosto	17,1	Nov.	19,9
Março	20.	Junho	15.	Set.	17,84	Dez.	21,5

Mínima observada: 7,8°

Máxima observada: 26,61° C

Média mensal de humidade % --- 1957

Jan.	80,7	Abril	81,9	Julho	78,4	Outubro	76,1
Fev.	82,1	Maior	77,8	Agosto	71,8	Nov.	79,5
Março	80,7	Junho	77,7	Set.	77,4	Dez.	80,3

Estas condições climáticas favorecem reações químicas e atividade bacteriana.

A porosidade do fonolito pórfiro é baixa. Os sienitos têm uma penetrabilidade um tanto mais elevada devido ao tamanho dos cristais dos silicatos minerais. Ambos são mais ou menos igualmente cortados por juntas e as juntas são os principais pontos de ataque para a água das chuvas. Ao longo das falhas ocasionais, onde as rochas foram fendilhadas, há um grande aumento de permeabilidade. A lapa de uma falha observada não apresentava bauxitização, ao passo que a capa estava bauxitizada até a profundidade de 9,15 metros.

A distribuição da vegetação é altamente variável. Encontram-se florestas densas em algumas localidades enquanto outras são áreas abertas de pasto. Os habitantes do lugar, alteraram sem dúvida, a distribuição da vegetação através de derrubadas e queimadas. Supõe-se que antes da região ser ocupada por um povo agrícola e pastoril, era coberta por florestas relativamente densas. Nas áreas em que persistem as florestas, (principalmente nos taludes íngremes), há alguma acumulação de húmus. Há equilíbrio entre a micro-flora e a macro-flora, que não permite geralmente acumulação de húmus além de uma quantidade moderada de cêrea de 30 cm de espessura. Nos taludes íngremes, onde ocorreu a maior parte da bauxitização, a água da chuva é suficiente para arrastar a maior parte dos compostos húmicos solúveis à rede de drenagem.

A profundidade de decomposição das rochas é muito variável na área de bauxitização. Varia de zero, sobre afloramentos de rochas, até o máximo de 19,82 metros, com uma média de 10 metros. Fora do planalto, onde a erosão é menos ativa, a drenagem mais lenta e a hidrolização com formação de minerais caulínicos o processo predominante, a decomposição das rochas estendeu-se a maiores profundidades, algumas vezes atingindo 30,5 metros.

A drenagem é um dos controladores da bauxitização sujeitos à observação direta. Toda bauxita está em localidades elevadas e bem drenadas. A laterização é desprezível em áreas onde a drenagem é obstruída ou lenta. A decomposição em localidades de drenagem obstruída é invariá-

velmente do tipo de hidrolização com formação de minerais caulínicos. Enquanto uma drenagem lenta pode produzir somente argilas, uma drenagem ativa pode produzir argilas ou bauxita, ou ambas. Assim embora a drenagem seja um dos controladores, um outro deve ser efetivo, provavelmente o pH do ambiente. Mas a drenagem é o controlador de bauxitização mais eficiente que pode ser observado no campo. Argilas formadas em localidades de drenagem obstruída podem se bauxitizar se a drenagem é rejuvenescida.

O relêvo topográfico dos depósitos de bauxita é pronunciado. Eles variam em elevação de 1.220 metros na base da orla montanhosa até 1.678 metros na sua crista. Esta variação em elevação de 458 metros pode ter lugar em menos de 1.600 metros de distância horizontal. As inclinações dos taludes que foram bauxitizados são notáveis. Considerações estatísticas quanto aos taludes bauxitizados mostram um ângulo mínimo de 5° e um máximo de 27°. A inclinação média do talude bauxitizado é de 18°. Este valor, é óbvio, discorda das condições de quase peneplanície ou maturidade topográfica da maioria das formações bauxíticas conhecidas em outras regiões.

Relêvo topográfico e rapidez de drenagem aparentemente favorecem mais do que retardam a formação da bauxita. O fator crítico é mais a preservação da bauxita do que sua formação.

A erosão pode acompanhar a bauxitização passo a passo em algumas localidades. Nos taludes mais elevados, onde ocorre a maior parte da bauxita, a enxurrada é um tanto retardada pela vegetação e tipo de bauxita, a qual é altamente porosa e absorve rapidamente grande parte da água da chuva. A enxurrada começa a correr somente quando a bauxita está saturada. Uma considerável parte da enxurrada atravessa a bauxita porosa, e isto diminui o poder de erosão das águas da chuva, facilitando a remoção dos produtos solúveis da rocha decomposta.

A topografia da maioria dos depósitos de bauxita não é uniforme. Os morros em geral são íngremes e a fisiografia está em processo de modificação gradual. Esta situação provavelmente persiste desde a primeira exposição das rochas alcalinas aos agentes de intemperismo. Em alguns lugares a erosão acompanha o ritmo de formação da bauxita, mas em muitos outros a bauxitização ocorreu mais rapidamente do que a erosão.

A rocha matriz da bauxita já foi brevemente descrita. A maior parte da bauxita derivou-se do fonolito-pórfiro e sienito nefelínico havendo pequena diferença nas características químicas da bauxita derivada dessas duas rochas. Cada uma das outras cinco rochas que se bauxitizam apresentam um tipo de bauxita distinto, o que é um reflexo químico da composição mineral da rocha matriz. As rochas com eudialita produzem bauxita rica em ferro, o que mostra a relativa abundância de minerais fêmicos nessas rochas. O conteúdo de titânio traduz um conteúdo apreciável de esfero. O baixo teor de ferro da bauxita derivada do sienito nefelínico com cancrinita reflete a escassez de minerais fêmicos nessas rochas. A bauxita derivada das aluviões elevadas reflete a origem dessas

aluviões, derivadas de fonolito-pórfiro e sienito nefelínico. A bauxita derivada de gnaiss foi incompletamente analisada, mas reflete a sílica livre dos componentes do gnaiss. (Fig. 3).

Comparação entre Bauxitas originadas de vários tipos de rochas

%	FONOLITO PORFIRO	SIENITO	SIENITO NEFELINICO COM EUDIALITA	SIENITO NEFELINICO GNÁISSICO EUDIALITA	SIENITO NEFELINICO COM ZANCRINITA	ALUVIÕES ELEVADAS	ORTOGNAIS
P. F.	27.08	27.55	25.00	24.05	29.18	27.00	—
INSOL.	3.92	4.46	4.9	5.39	5.50	6.55	12.00*
Fe ₂ O ₃	8.62	8.81	16.4	21.43	6.60	8.00	9.00
TiO ₂	0.86	0.88	1.7	1.63	0.60	0.80	—
Al ₂ O ₃	58.50	58.36	49.5	47.83	57.00	57.10	50.34

*Aproximadamente 6% Sílica Livre

Há pequena diferença na característica química da bauxita derivada diretamente da rocha matriz e daquela que se formou através de um estágio por argila saprolítica antes da bauxitização.

A bauxitização teve lugar tanto segundo um ciclo direto quanto indireto. O ciclo direto é por bauxitização da rocha regional, sem estágio intermediário. No ciclo indireto há um estágio argiloso intermediário, durante o qual a rocha regional se caulíniza e os minerais caulínicos, mais tarde, se desilicizam para formar bauxita. Dados estatísticos compilados de um grande número de escavações de pesquisa mostram que 65% dessas escavações assentam sobre argila que ocorre abaixo da bauxita e 35% assentam sobre rocha. Esses dados indicam que somente 1/3 da bauxita foi formado diretamente das rochas regionais.

Bauxitização direta pode ser encontrada em muitas escavações onde a bauxita assenta sobre embasamento rochoso. A bauxitização se estende às juntas das rochas do embasamento, através de contactos bruscos de escala microscópica entre bauxita e rocha. Estas escavações apresentam perfis analíticos típicos dos topos às bases, indicados nos diagramas. Do topo à base, não existe, praticamente, variações nos conteúdos de bauxita ou argila, que sugerem a existência de um estágio intermediário de argila.

A bauxitização indireta é evidenciada por um grande número de escavações que mostram uma transição descendente de bauxita homogênea no topo, passando a mistura de agregados de bauxita e de argila, (com o conteúdo de argila aumentando e o de bauxita diminuindo para baixo), argila bauxítica, argila e, finalmente, embasamento rochoso. Em algumas

dessas escavações o embasamento mostrava-se hidrolizado, com formação de minerais caulínicos. O perfil analítico desses poços mostra uma relação distinta de argila para bauxita, a qual varia diretamente com a profundidade. A caulinizacão foi, aparentemente, o primeiro processo e ainda se encontra em andamento. Na porção superior e mais drenada do poço, a bauxitização processou-se até o fim por dessilicatização da argila, e continua avançando para baixo em função do tempo e da drenagem, sua intensidade variando inversamente com a profundidade. Foram observados alguns casos em que o gradiente argiloso indicava desvios do perfil analítico usual. Na parte superior do poço o perfil mostrava dessilicatização de argila, e na parte inferior do poço o processo indicado era o de bauxitização direta da rocha regional. Estatisticamente, apenas 4,2% dos poços de exploração indicam um perfil analítico anormal, diferindo daqueles mostrados na ilustração seguinte. Onde a argila foi dessilicatizada para formar bauxita, o processo de bauxitização é quase sempre mais completo próximo da superfície. (Fig. 4).

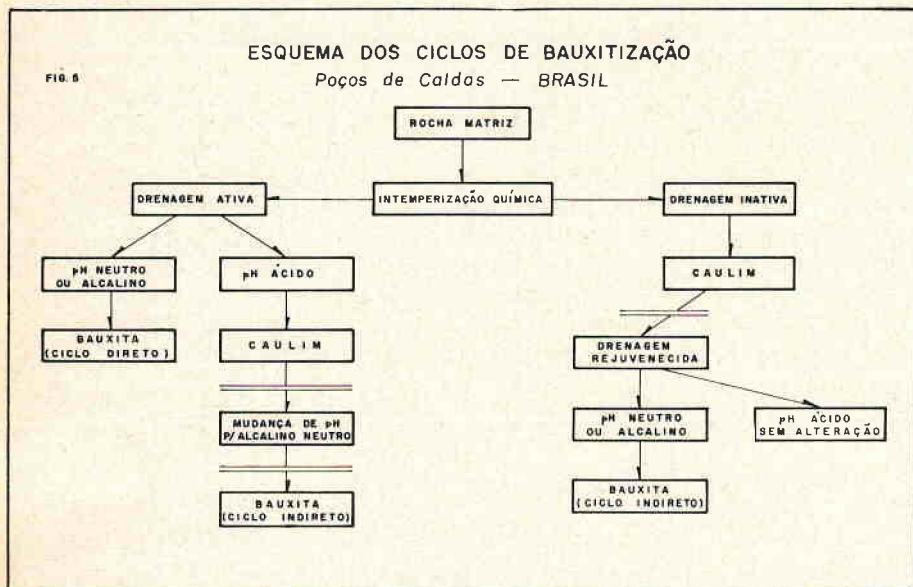
Nenhum exemplo foi observado em que o processo de bauxitização direta da rocha regional tenha se transformado em caulinizacão. Mas isto é concebível nos casos em que uma drenagem ativa tenha sido bloqueada bruscamente.

Durante o processo de bauxitização, parece ter havido pequena mobilidade de ferro. Muitas análises químicas de ferro em bauxita colocadas em gráficos contra a profundidade mostram que não ha variação apreciável do conteúdo de ferro em relação à profundidade. A falta de mobilidade do ferro é atribuída a um ambiente neutro ou alcalino, com abundante oxigênio, condições sob as quais compostos ferrosos são rapidamente oxidados para sesquióxidos relativamente estáveis.

Algumas modificações na bauxita ocorreram depois que a bauxitização se processou. São de pequena importância quantitativa, e são melhor observadas em bauxita homogênea. Ha evidências de alguma solubilização, migração e reprecipitação de alumina. Em alguns casos, finas vênulas de gibbsita cristalina dura formam um reticulado na bauxita homogênea. Essas vênulas mostram certa tendência a acompanhar as juntas reliquias da bauxita. Os alvéolos na bauxita celular porosa muitas vezes contém cristais de gibbsita secundária. No cascalho da superfície do solo recobrindo bauxita homogênea encontram-se concreções quase puras de gibbsita cristalina dura. Estas concreções tendem para um formato de pião, com um canal ou outro conduto central ao longo do eixo maior. Quando "in-situ", apontam sempre para baixo. Algumas concreções mostram pregueamento complicado, indicando crescimento por superposição de camadas.

A ressilicatização da bauxita é sugerida por vênulas de argila cortando bauxita compacta. Estas vênulas, como as da gibbsita secundária, tendem a acompanhar as juntas-reliquias, mas não invariavelmente. Substituição de bauxita por argila pode estender-se das juntas, deixando bauxita compacta sem substituir no centro do bloco compreendido pelas juntas.

A idade recente da bauxitização em Poços de Caldas sugere que as condições que governaram a bauxitização são essencialmente aquelas dos dias presentes. A seguinte seqüência é sugerida:

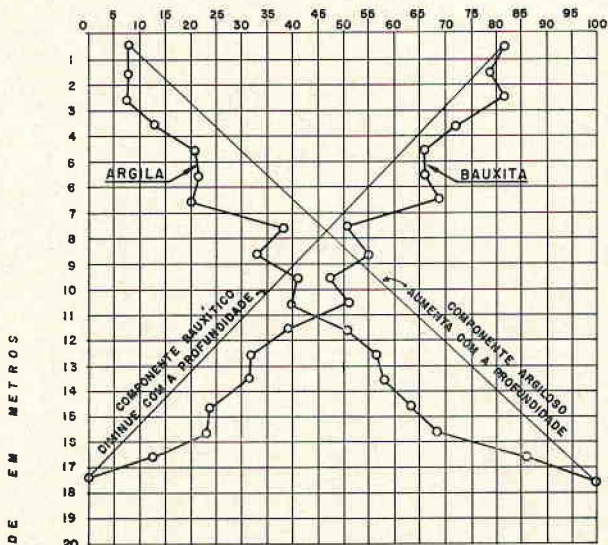


CONCLUSÕES

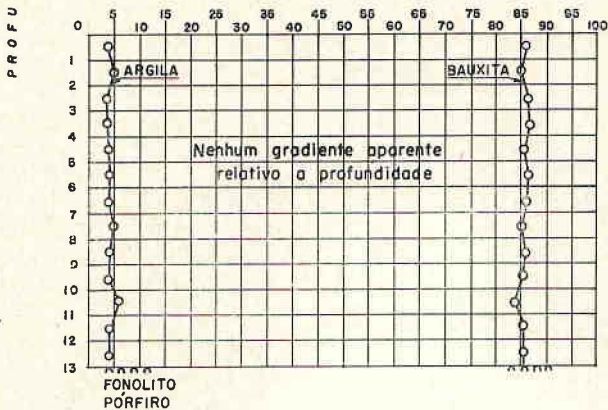
A intemperização química predomina sobre a mecânica na maior parte do distrito. A hidrólização de rochas com formação de minerais caulínicos é o processo predominante. Onde ocorreu bauxitização, 65% da bauxita é derivada de um estágio argiloso intermediário. Aproximadamente um terço da bauxita é um produto de bauxitização direta das rochas regionais. Bauxitização direta e caulinizacão estão em progresso nos dias atuais, ocasionalmente na mesma localidade geral.

A drenagem é um controlador da bauxitização, tanto da bauxitização direta das rochas regionais quanto da bauxitização de argilas. Num ambiente de drenagem obstruída, o produto de intemperismo é sempre argila. Sob condições de drenagem ativa, tanto caulinizacão como bauxitização direta podem ocorrer. A bauxitização direta é aqui considerada como resultante de um pH favorável. Um pequeno aumento de acidez resulta em caulinizacão. O papel do pH pode ser muito simples; as condições sob as quais alumina e sílica reagem para formar argilas são sujeitas a controles complicados. As condições sob as quais a sílica pode permanecer em solução e ser removida, parecem ser quimicamente mais simples. Caulinita, uma vez formada sob os controles climáticos existentes, está

FIG. 4



Gradientes típicos para BAUXITA e ARGILA relativamente à profundidade
 — Bauxita derivada de dessilicização da argila —



Variação típica, com a profundidade, da Bauxita e da Argila
 Bauxita derivada diretamente da Rocha Matriz
 Argila e Bauxita calculadas a partir das Análises Químicas

sujeita à bauxitização se a drenagem permanece ou torna-se ativa. Bauxita, independentemente de sua origem direta ou indireta, está sujeita tanto a enriquecimento por gibbsita secundária quanto a ressilicatização para formar argila. Ambos os processos podem ser claramente observados, mas carecem de maior importância quantitativa.

Poços de Caldas, Março 1958.

BIBLIOGRAFIA

- HARDER, E. C. — (1951) — *Examples of Bauxite Deposits Illustrating Variations in Origin*. Amer. Inst. Metallurgical Engineering, Transactions.
- HARDER, E. C. — (1949) — *Stratigraphy and Origin of Bauxite Deposits*. Geol. Soc. Amer., bull. vol. 60, n. 5, pp. 887-908.
- PINTO, M. S. — (1938) — *Bauxita em Poços de Caldas*. Dep. Nac. Prod. Min., bol. 22.
- SANTOS, T. S. — (1937) — *Contribuição para o Estudo da Bauxita do Planalto de Poços de Caldas*. Inst. Pesq. Tec. São Paulo, bol. 17.