

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

ANAIIS DO XXXII CONGRESSO

VOLUME 2

SESSÕES TÉCNICAS – PETROLOGIA/MINERALOGIA



**CIDADE DO SALVADOR - BAHIA
SETEMBRO/1982**

ASPECTOS MICROMORFOLÓGICOS DA EVOLUÇÃO BAUXÍTICA DE ROCHAS BÁSICAS E ALCALINAS NO ESTADO DE SÃO PAULO. ESTUDO DOS DEPÓSITOS DE CURUCUTU E LAVRINHAS (*)

M.C.T. Groke

USP/DGG-IG

A.J. Melfi

USP/DG-I.A.G.

(*) Trabalho realizado com o apoio financeiro da FAPESP e CNPq

ABSTRACT

The optical microscopy was utilized in the study of bauxitic alteration of basic and alkaline rocks from the regions of Curucutu and Lavrinhas, São Paulo state. The analysis of the different alteration facies showed out the importance of the mineralogical type and the chemical system of alteration in the evolution of the primary minerals.

The three different microsystem of alteration as defined by Proust (1976) and Meunier (1977), were recognized in the studied materials: contact, fissural and plasmic microsystem. The systems are characterized by different physico-chemical conditions with direct influence in the alteration evolution within each system. Thus, it was possible to observe and analyse the mineralogical filiations and the mechanisms of bauxitization processes in the studied materials.

I. INTRODUÇÃO

O estudo da alteração de rochas recebeu um novo impulso com a aplicação de métodos pontuais como a microscopia óptica, eletrônica, a microsonda e outros, já que as variações dos fatores que controlam as alterações, transformações e neoformações minerais se dão em escala micrométrica, ao nível de microssistemas. Segundo Bocquier (1979), tornou-se claro atualmente, que se o sistema geral de evolução durante a alteração intempérica permanece, em seu conjunto, aberto e diluído, na realidade, a alteração se produz no seio de numerosos microssistemas, mais ou menos independentes entre si, caracterizados por uma concentração inicial relativamente elevada em elementos dissolvidos, e submetidos a flutuações em termos de pH, Eh, concentração, velocidade de percolação.

Os minerais primários iniciam o processo de alteração a partir das descontinuidades dos cristais e dos contatos entre eles. No início, as soluções agentes da alteração percolam lentamente, em espaços de dimensões reduzidas, sendo portanto extremamente concentradas, típicas de um ambiente confinante. Estes espaços, ainda pouco abertos, constituem os microssistemas de contato (Proust, 1976; Meunier, 1977). Nestes locais, são freqüentemente descritas na literatura, neoformações do tipo mica, como as "micas reacionais" (Ildefonse et al, 1976), mesmo em meios que, quando considerados globalmente, em termos de clima e relevo, sugerem neoformações alíticas ou monossilíticas, mas nunca bissilíticas. De fato, já há algum tempo é reconhecida esta fase bissilítica transitória no processo de ferralitização (Segalen, 1957; Caillière et al, 1957; Bonifas, 1959; Leneuf, 1959; in Chatelin, 1974).

Com a formação do material secundário, surge o microssistema plasmico, primário quando guarda ainda a estrutura do material original, secundário, se já houve remobilizações. Com o correr da alteração, os espaços vazios tornam-se mais abertos, possibilitando uma percolação mais rápida das soluções, que se tornam diluídas. Nesta fase, temos caracterizado o microssistema fissural. Os microssistemas de alteração evoluem entre si, e sua importância quantitativa varia em cada fácies de alteração.

Com o objetivo de verificar a importância desses microssistemas na evolução bauxítica de rochas geoquimicamente semelhantes (sialférica e seqüência feldspática), mas petrograficamente diferentes (rochas básicas e alcalinas), foram estudadas amostras dos diferentes fácies de alteração dos depósitos bauxíticos desenvolvidos a partir de rochas básicas, da região de Curucutu (metadiabásios) e rochas alcalinas, da região de Lavrinhas (nefelina-sienitos).

II. ÁREAS DE ESTUDO

As duas áreas estudadas pertencem à porção nordeste do estado de São Paulo. Morfologicamente, a área de Curucutu (fig.1), situa-se no Planalto Paulistano de Almeida (1964), possuindo uma uniformidade de altitudes, com elevações de até 820m, e desníveis máximos da ordem de 50 m. O local amostrado constitui uma área de topo, correspondendo a uma alteração "in situ" das rochas intrusivas básicas que ocorrem na região, ali representadas por um diabásio.

A outra área, Lavrinhas (fig.1), insere-se no Médio Vale do Paraíba, no limite nordeste entre a Bacia de Taubaté e o setor dos Morros Cristalinos, ainda conforme Almeida (op.cit.). Trata-se aqui, de uma região a SW do Maciço Alcalino de Passa-Quatro, que dele recebeu material rolado em quantidade, que sofreu uma bauxitização suficientemente intensa para permitir uma exploração econômica.

As situações climáticas das duas áreas são muito semelhantes, com temperaturas médias anuais de 17 a 18°C, e pluviosidade atingindo 1.300 a 1.400 mm anuais, com uma estação seca.

III. CURUCUTU

Esta região, próxima ao município de São Paulo, está pontilhada por diversas ocorrências de bauxita ferruginosa, associadas à alteração de diferentes tipos de rochas básicas que afloram na região, sustentando em grande parte as cristas do relevo, e interrompendo o embasamento micaxisto-gnaiss-granítico dominante. Compreendem dioritos, gabros, diabásios, basaltos e também anfíbolitos.

No depósito amostrado, a rocha matriz, é um metadiabásio, cujo perfil de alteração é esquematizado na figura 2. Os diversos fácies definem-se por propriedades como cor, coesão, compactação, estrutura e textura, que podem agir como indicadores do grau de alteração, refletindo em grande parte o estado de organização e a fase de evolução dos minerais constituintes.

Rocha Sã

A rocha matriz do perfil bauxítico de Curucutu é um metadiabásio, constituído predominantemente por plagioclásios, diopsídio e hornblenda. Outras espécies ocorrem secundariamente, como augita, hipersênio, enstatita, tremolita e olivina, além de magnetita, clorita e biotita. Estes três últimos não somam 1% na rocha.

A olivina apresenta freqüentemente um bordo de reação piroxênico, quando incluída em plagioclásios ou nos piroxênios. Essas cores são conservadas no material alterado, como será descrito mais adiante.

Córtex da Rocha Sã

A transição rocha/córtex alterado é brusca: a 1 ou 2 cm do material inalterado, encontra-se a rocha com todos os seus constituintes minerais já totalmente atingidos pela alteração, mas com a estrutura preservada.

Os plagioclásios apresentam-se totalmente gibbsitizados, a partir das superfícies de descontinuidades, como clivagens, contatos ou planos de fraqueza, por onde as soluções de alteração iniciaram a percolação. Esta alteração segue o padrão linear cruzado ou linear irregular (Stoops et al, 1979). A rede de descontinuidades é preservada pela gibbsita que nela se forma, e isola fragmentos de plagioclásio, que são quase sempre lixiviados, contribuindo para o aumento da porosidade e diminuição da densidade aparente em relação à rocha sã. (fotomicrografia 1).

A alteração dos piroxênios e anfibólios também se inicia pelos diversos tipos de descontinuidades, onde se concentra o ferro exsudado do retículo cristalino, resultando numa rede de goethita, às vezes de hematita, que denuncia o mineral primário. A exemplo do que ocorre na alteração dos plagioclásios, a rede ferruginosa aqui isola os fragmentos dos minerais primários, que são posteriormente lixiviados, o que se constitui em outro fator de aumento da porosidade.

A olivina se altera formando goethita em todo o espaço ocupado pelo antigo cristal. Essa goethita tem uma cristalização bem mais perfeita que aquela da rede dos antigos piroxênios e anfibólios, sofrendo extinção simultânea em todo o cristal, ao girar-se a platina do microscópio. Nas fissuras da antiga olivina, ocorre magnetita, preservadas durante a alteração. As coroas ou bordos de reação das olivinas, constituídas por piroxênios, sofrem alteração similar à dos cristais de piroxênios, isto é, resultam numa rede de goethita. (fotomicrografia 2).

Neste fácies foi observado, embora raramente, a ocorrência de argilo minerais de estrutura 2:1, tipo vermiculita, nas bordas dos poros, formando geodos ou argilanes.

Rocha totalmente alterada, com estrutura preservada

O material correspondente a este fácies apresenta-se semelhante ao córtex de alteração da rocha. O aspecto geral é o mesmo, isto é, observa-se ao microscópio, um esqueleto gibbsítico, poroso, nos locais antes ocupados pelos plagioclásios, e ferruginoso, também poroso, nos locais de antigos piroxênios e anfibólios, além das relíquias de olivina. O esqueleto é mais poroso na parte ferruginosa.

A vermiculita, neoformada no início da alteração, representa a fase bissialítica transitória da laterização, e aqui, já não existe mais, tendo sido alterada, resultando em gibbsita e óxido de ferro.

Rocha totalmente alterada, com estrutura preservada e aporte de material

Neste fácies do perfil estudado, as modificações em relação ao fácies precedente residem na destruição quase completa dos minerais opacos, e na importação de material gibbsítico que, migrando de perfis topograficamente mais elevados, vem preencher tanto os poros do esqueleto ferruginoso como do esqueleto gibbsítico. Desta forma, estes horizontes sofrem um enriquecimento absoluto em alumínio, diminuindo a porosidade, e aumentando a densidade aparente. (fotomicrografia 3)

As estruturas dos minerais ferromagnesianos, sublinhadas pelos óxidos e hidróxidos de ferro, sofrem deformações devido à cristalização da gibbsita no interior dos poros do esqueleto ferruginoso. (fotomicrografia 4).

Horizontes Remobilizados

Nestes horizontes, ainda é visível a estrutura primária em certas partes das amostras mas, de forma geral, esta estrutura já foi destruída pelas remobilizações, principalmente da gibbsita, que deixa sua localização primária, destruindo os vestígios dos plagioclásios, e forma acumulação na forma de geodos ou gibbsanes. Algumas dessas acumulações são visíveis macroscopicamente, como crostas delgadas, de 1 ou 2 mm de espessura, revestindo as paredes ou fissuras. (fotomicrografia 5).

Em alguns locais, ocorre hematita nos poros do esqueleto de goethita, sugerindo uma transformação desta na primeira, precedida ou não de remobilização. Ocorrem também ferrigibbsanes, com ferro no interior e gibbsita nas bordas ou vice-versa. O ferro desses depósitos pode ser tanto goethita como hematita.

Permanece ainda boa parte das relíquias de olivina.

A remobilização do ferro é observada em alguns locais, pela deformação do esqueleto ferruginoso.

A figura 3 sintetiza a alteração das rochas básicas aqui descrita.

IV. LAVRINHAS

As bauxitas de Lavrinhas, próximo a Cruzeiro, no Vale do Paraíba, correspondem à alteração do material do tálus originário do Maciço Alcalino de Passa-Quatro. Os materiais que ocorrem no tálus e que representam a litologia do maciço são principalmente sienitos, nefelina-sienitos e tinguaítos. As rochas amostradas são nefelina-sienitos e seus produtos de alteração, que ocorrem como blocos de dimensões variadas, até 5 m, imersos em matriz argilosa, de composição caolínítica-gibbsítica.

A diferenciação dos diversos fácies de alteração é feita, neste caso, analogamente ao caso anterior, de Curucutu. O perfil típico do tálus na área estudada encontra-se esquematizado na figura 2

O material que deu origem às bauxitas da região é alóctone, mas a alteração bauxítica se deu, em grande parte, após a estabilização do tálus (Groke, 1981).

Rocha Sã

Os minerais presentes no nefelina-sienito inalterado são principalmente nefelina, leucita, plagioclásios e ortoclásio; ocorrem como acessórios, titanita, hornblenda verde e minerais opacos, magnetita e ilmenita.

Os plagioclásios, principalmente albita, apresentam sempre geminação simples, e inclusões de nefelina e hornblenda. Os cristais de hornblenda podem também ser encontrados inclusos na leucita ou no contato leucita-plagioclásio. Os opacos podem encontrar-se inclusos em quaisquer dos minerais presentes.

Córtex da rocha sã

Os feldspatóides são os primeiros minerais a serem atingidos pela alteração, que se instala inicialmente nas descontinuidades e contornos dos cristais, constituindo os microssistemas de contato. Esta alteração resulta numa rede de gibbsita, de alta porosidade, que conserva o traçado das clivagens, fissuras e limites dos cristais, analogamente ao que ocorre aos plagioclásios das rochas anteriormente estudadas, e também desta.

Os fragmentos de nefelina e de leucita isolados dentro si por essa rede de gibbsita neoformada, sofrem dissolução e lixiviação total, ou são transformados em substâncias amorfas sílico-alumino

sas, que mais tarde podem se cristalizar em gibssita, ao perder a sílica.

Neste fácies, ainda existem fragmentos sãos de plagioclásios, embora raros (Fotomicrografia 6). A grande parte está já alterada, tendo como resultado a formação do esqueleto gibbsítico poroso característico (Fotomicrografia 7). É possível a distinção entre a rede gibbsítica proveniente da alteração dos feldspatóides, e a proveniente da alteração dos plagioclásios, que possuem padrões diferentes de descontinuidades (Fotomicrografia 8).

A hornblenda é alterada deixando um resíduo ferruginoso, que pode ser tanto de hematita como de goethita. Observou-se a presença de vermiculita, como uma primeira fase na transformação da hornblenda, ocorrida na periferia do cristal. Após essa vermiculitização, o interior do cristal é alterado, resultando num resíduo de óxidos de ferro; em seguida, a vermiculita, sendo apenas uma fase transitória, é também alterada em óxidos de ferro, com ou sem gibssita.

Rocha totalmente alterada, com estrutura conservada

Neste fácies, estão totalmente alterados os feldspatóides e plagioclásios, resultando num esqueleto gibbsítico, e os anfibólios, resultando num esqueleto ferruginoso, principalmente hematítico. No caso em que o resíduo da alteração da hornblenda é constituído por goethita, há melhor conservação de sua estrutura.

A titanita parece o mineral mais resistente nesta rocha. Neste fácies, encontra-se ainda alguns fragmentos sãos. Sua alteração se dá através da formação de uma fase amorfa ou criptocristalina de leucoxênio, que pode depois evoluir para gibssita, ou sofrer lixiviação.

Nesta etapa observa-se, localmente, indícios de intensa remobilização do ferro, possibilitada pela atuação do sistema fissural. Há preenchimento dos poros dos esqueletos de antigos minerais primários, formando ferranes, ou ainda colorindo o plasma gibbsítico. Nota-se uma predominância da hematita sobre a goethita, tanto para o ferro remobilizado como para o ferro dos esqueletos.

Subsistem ainda boa parte dos minerais opacos.

A figura 3 sintetiza a alteração das rochas alcalinas estudadas.

V. DISCUSSÃO

A evolução mineralógica e micromorfológica dos materiais foi estudada principalmente através da microscopia óptica, que permitiu confirmar aqui o caráter pontual da alteração, onde os microssistemas desempenham papel fundamental na evolução dos fenômenos de dissolução e recristalização dos minerais primários e secundários, conforme as idéias defendidas por vários autores como Proust (1976), Meunier (1977) e outros.

A progressão da alteração que se instala na rocha sã, se dá a partir dos microssistemas de contato (Proust, 1976; Meunier, 1977), que podem se comportar diferentemente, segundo a natureza dos minerais em contato e o tipo de reação nele processada. Nos casos estudados, definem-se os contatos de desestabilização simultânea, onde alteram-se concomitantemente os minerais justapostos, ou os fragmentos de um mesmo mineral, situados de ambos os lados das superfícies de descontinuidades, como clivagens, geminações, fissuras e outras.

No diabásio, observam-se também contatos reacionais, mas que atuaram apenas em profundidade, originando bordos de reação piroxênicos ao redor dos cristais de olivina, em contato com piroxênios ou plagioclásios.

No material estudado estão caracterizados os microssistemas de alteração, definidos no capítulo introdutório.

O microssistema de contato, característico do início da alteração, tem um bom exemplo no caso da alteração dos nefelina-sienitos. Cristais de hornblenda apresentaram um caso típico da fase biassialítica que pode ocorrer no início da alteração laterítica, com vermiculitização nos microssistemas de contato, que mais tarde evolui para microssistema fissural, quando então a vermiculita se desestabiliza, resultando em óxidos de ferro.

A porosidade de uma maneira geral, representa o sistema fissural e pode ou não apresentar deposição de material secundário em suas paredes, formando cutanes gibbsíticos, ferruginosos ou argilosos.

O material secundário, que constitui o plasma neoformado a partir dos minerais primários, quando "in situ", representa o plasma primário, ou sistema plasmico primário, que guarda ainda as feições estruturais do material que o originou. Neste sistema, podem ocorrer modificações, como dissolução e reprecipitação, ou simples recristalização. O material resultante destes processos constitui o plasma secundário, onde já não se notam indícios quaisquer do material original.

A seqüência de alteração verificada para os minerais primários, apenas confirma as observações constantes na literatura.

No perfil sobre diabásio, verifica-se que os plagioclásios e ferromagnesianos têm uma alteração aparentemente rápida, pois a transição rocha sã/córtex totalmente alterado é brusca. Os primeiros sofrem uma gibbsitização direta, enquanto que a alteração dos ferromagnesianos tem como resíduo apenas óxidos e hidróxidos de ferro. A evolução dos anfibólios e piroxênios parece ser semelhante com o correr da alteração, não sendo possível distinguir a ordem de estabilidade entre eles, pelas amostras estudadas.

A olivina é também rapidamente alterada, e seu resíduo ferruginoso, goethítico, muito bem cristalizado, pode permanecer até os últimos estádios de alteração. A magnetita das fissuras dessas relíquias é resultado de uma alteração em profundidade, quando parte do ferro foi segregado do retículo para as fissuras, na forma de magnetita.

Os minerais opacos, essencialmente magnetita, resistem bem até o fácies de rocha totalmente alterada, com estrutura preservada e aporte de material, onde apresentam-se quase completamente destruídos.

Entre os feldspatóides e plagioclásios das rochas alcalinas, as observações mostram uma leve diferença em termos de resistência; no córtex da rocha, existem ainda fragmentos sãos de plagioclásios, enquanto todos os feldspatóides já foram gibbsitizados, seja diretamente ou através de uma fase amorfa sílico-aluminosa.

A titanita é o mineral mais resistente, com exceção dos opacos, ilmenita e magnetita. Sua alteração ocorre por intermédio de uma fase amorfa ou criptocristalina de leucóxênio que, com o correr da alteração, evolui para gibbsita ou é totalmente lixiviado.

A composição mineralógica dos nefelina-sienitos e, diabásio permite uma bauxitização rápida e direta através da alteração ferralítica, pois os seus minerais primários, feldspatóides e plagioclásios principalmente, evoluem diretamente em gibbsita, através da dessilicificação, com acumulação relativa em alumínio. Além disso, ocorre também a acumulação absoluta, pela deposição do alumínio que sofre migração, em solução ou suspensão. O Al é um elemento considerado, a priori, imóvel no meio superficial, considerando-se que as águas naturais têm um pH entre 4 e 9, intervalo de imobilidade para o alumínio. Contudo, a migração da alumina em solução ocorre e podemos observar seus efeitos. Este fato será facilmente explicado se considerarmos os microssistemas quími-

cos existentes nos contatos e descontinuidades dos minerais, onde seja possível a percolação das soluções, e onde reinam condições próprias, variáveis de ponto para ponto, segundo a velocidade de percolação, a natureza das soluções em termos de concentração, temperatura, e a mineralogia, cuja influência reside no conceito de pH de abrasão, que é o pH apresentado pela solução em contato com cada tipo mineralógico. Este pH é sempre alcalino no caso dos silicatos, que podem ser encarados como sais de ácido fraco (ácido silícico) e bases fortes. Na série dos feldspatos, por exemplo, a albita tem um pH de abrasão entre 9 e 10, enquanto que a anortita e o feldspato potássico apresentam um valor de 8. Os piroxênios e olivinas, assim como os anfibólios apresentam valores mais elevados (10 e 11). Os óxidos primários e secundários e os silicatos secundários apresentam valores de pH de abrasão muito menos elevados, e dentro do intervalo normal (5 a 7).

Desta forma, nos micromeios são comumente atingidos altos valores de pH, maiores que 9,5 e que permitem a mobilização do alumínio, que será precipitado após um certo transporte, ao encontrar condições favoráveis.

BIBLIOGRAFIA

- BISDOM, E.B.A. - 1967 - The role of micro-crack systems in the spheroidal weathering of an intrusive granite in Galicia (NW Spain). *Geologie Mijnbouw*, 46.
- BOCQUIER, G. - 1979 - Importance des microsystems dans les évolutions supergênes-Introduction - Bull. Ass.France pour l'étude du sol n° 2 e 3. Comm.Sem.AFES-Versailles - L'alt.des roches crist. em mil.superf. - 1978.
- BOULANGE, B.; PAQUET, H. et BOCQUIER, G. - 1975 - Le rôle de l'argile dans la migration et l'accumulation de l'alumine de certaines bauxites tropicales. *C.R.Acad.Sc.Paris*, 280, série D, 2183-6.
- DELVIGNE, J. - 1977 - Micromorphologie des processus d'altération des roches ultrabásiques de Côte d'Ivoire en vermiculite, montmorillonite et kaolinite - I Reunion Int.Suelos -Granada.
- ESWARAN, H.; STOOPS, G. et SYS, C. - 1977 - The micromorphology of gibbsite forms in soils. *J.Soil Sci.*, 28.
- FELICISSIMO Jr. J. e FRANCO, R.R. - 1956 - Bauxita no altiplano da Serra de Cubatão. *Bol.SBG vol.V n° 2*.
- GOMES, J.C.F. - 1956 - Jazida de Bauxita de Curucutu-SP-Rev.Esc.Minas, Ouro Preto, MG, vol. XX n° 2.
- GROKE, M.C.T.; MELFI, A.J. e WACKERMANN, J.M. - 1980 - Transformações mineralógicas e estruturais ocorridas durante a bauxitização de rochas cristalinas ácidas. Estudo do depósito bauxítico de Mogi das Cruzes, SP. *Anais XXXI Congr.Bras.Geol.*, 1980, Vol.1.
- 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. Diss.Mestrado - I.Geociências-USP, São Paulo.
- ILDEPONSE, P.; PROUST, D.; MEUNIER, A. et VELDE, B. - 1979 - Rôle de la structure dans l'altération des roches cristallines au sein des microsystemes. Bull.de l'Assoc.Franc.pour l'étude du sol n° 2 e 3-Comm.Sem.A.F.E.S. - Versailles - L'altération des roches cristallines en milieu superficiel - 1978.
- MEUNIER, A. - 1977 - Les mécanismes de l'altération des granites et le rôle des microsystemes. Thèse Uni.Sci.Poitiers.
- PROUST, D. - 1976 - Etude de l'altération des amphibolites de la Roche

-l'Abeille.Evolutions chimiques et mineralogiques des plagioclases et des hornblendes.Thèse 3e.cycle,nº 605, Poitiers.

SIGOLO, J.B. - 1979 - Geologia de depósitos residuais bauxíticos na região de Lavrinhas- SP, e sua viabilidade econômica.Diss. Mestrado. I.Geociências-USP, São Paulo.

STOOPS, G.; ALTEMULLER, H.J.; BİSDOM, E.B.A.; DELVIGNE, J.; DOBROVOLSKY, V.V. FITZPATRICK, E.A.; PANEQUE,P. and SLEEMAN,J. - 1979 - Guidelines for the description of mineral alterations in soil micromorphology. Pedologie, XXIX, 1.Ghent.

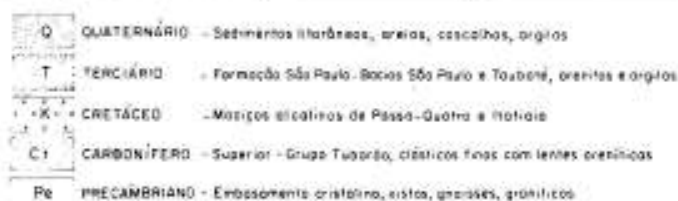
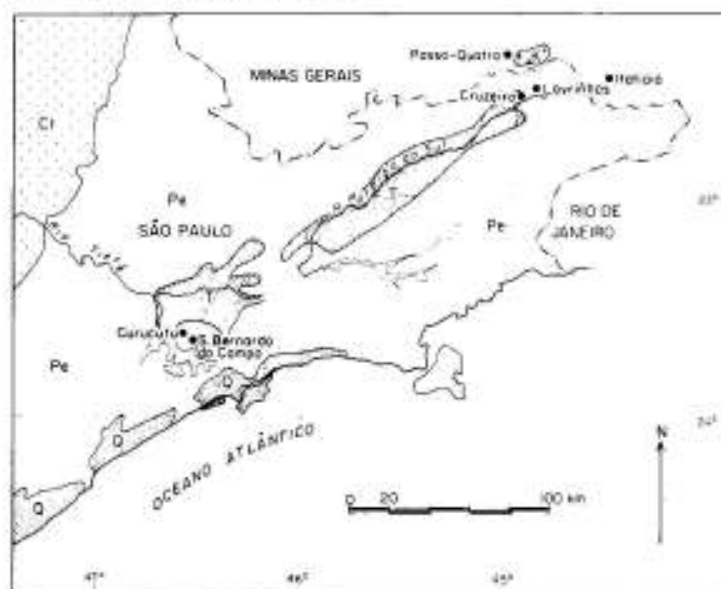
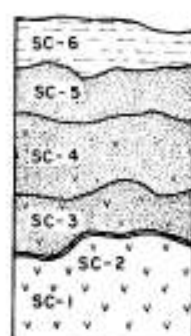


Fig. 1- MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DO NORDESTE PAULISTA
Ref. mapa geol. Estado de S. Paulo - IGG-1963.



SC-6
Solo argiloso
Horizontes superficiais, com remobilizações e deformação das estruturas
SC-5
SC-4
Rocha totalmente alterada, com estrutura conservada e aporte de material
SC-3
Rocha totalmente alterada, estrutura conservada
Córteix
SC-2
SC-1
Rocha mãe - DIABÁSIO

CURUCUTU



Solo humífero amarelo
Nível concretionário
Metrizargilosa com alto Al_2O_3
Blocos de rochas alcalinas (cm - m) totalmente bauxitizadas ou com núcleos sãos (nefelina - sienita).
Nível de seixos alterados - brecha
Embasamento GNAISSE - QUARTZITO

LAVRINHAS

Fig. 2 - PERFIS TÍPICOS AMOSTRADOS PARA AS ÁREAS DE ESTUDO.

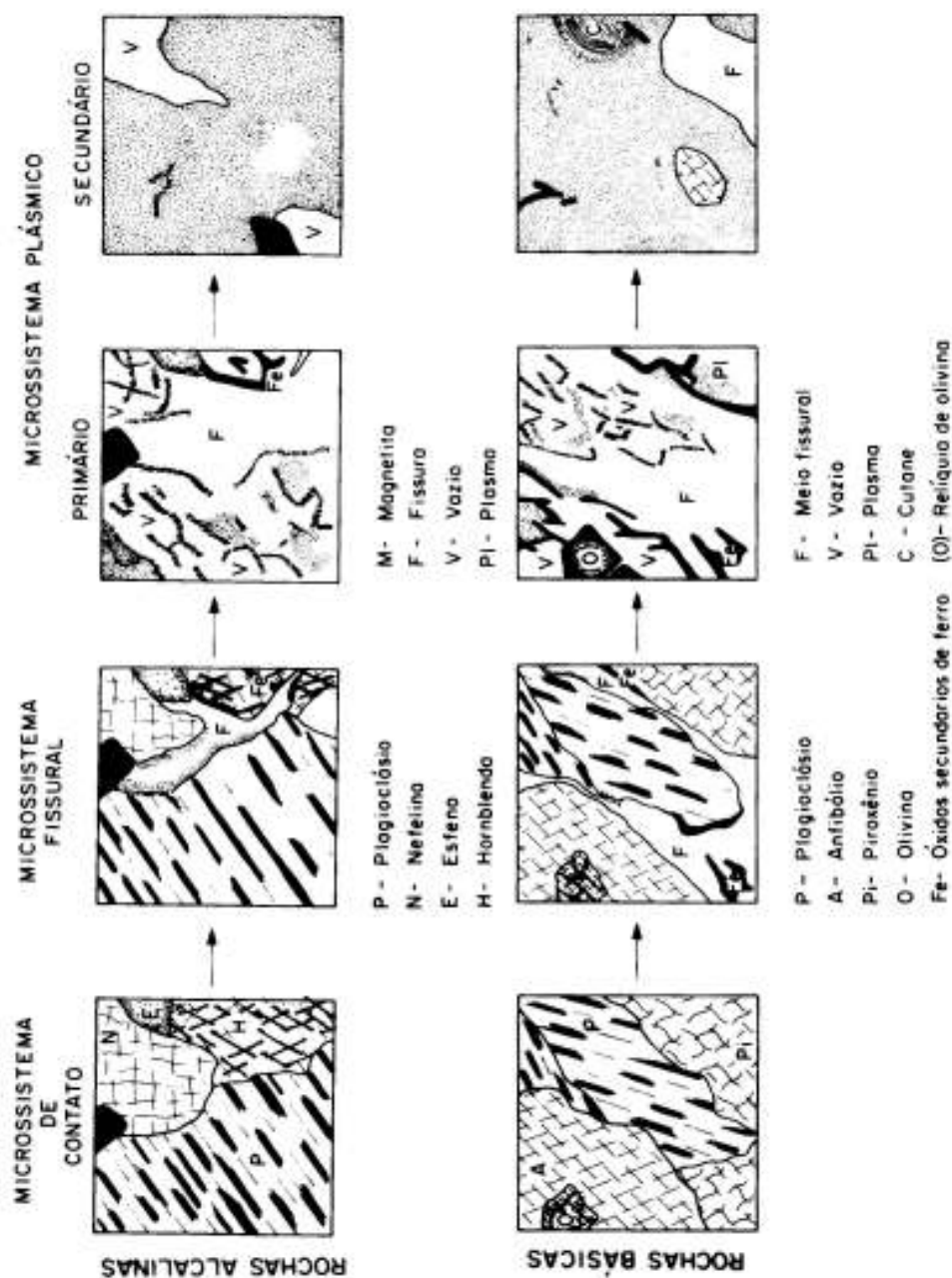
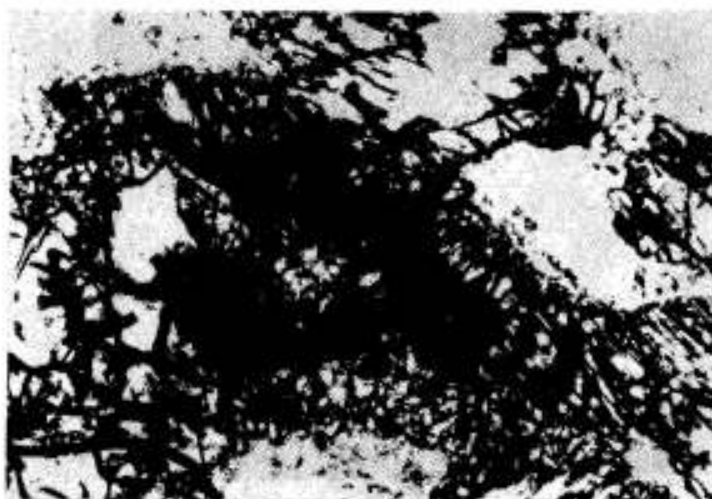


Fig. 3-EVOLUÇÃO DOS MICROSSISTEMAS DE ALTERAÇÃO



FOTOMICROGRAFIA 1



FOTOMICROGRAFIA 2



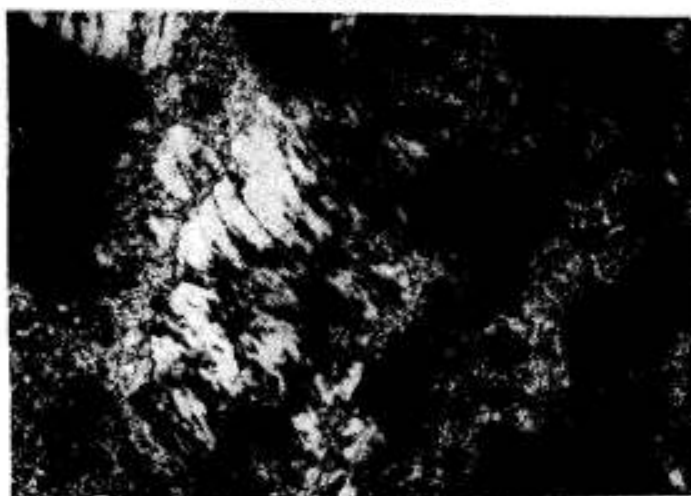
FOTOMICROGRAFIA 3



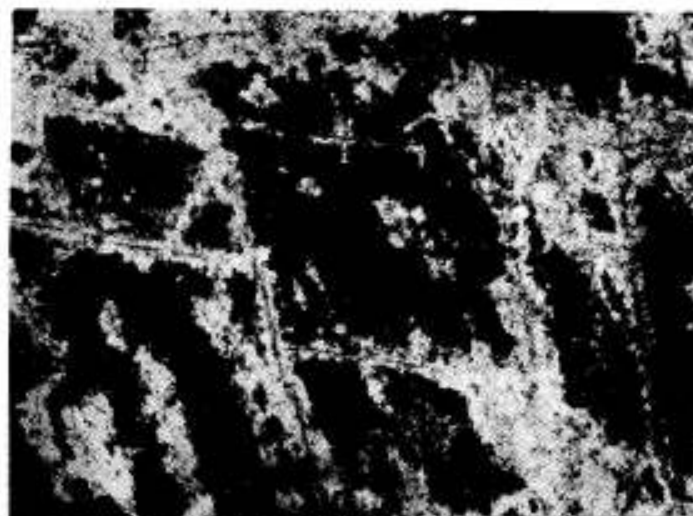
FOTOMICROGRAFIA 4



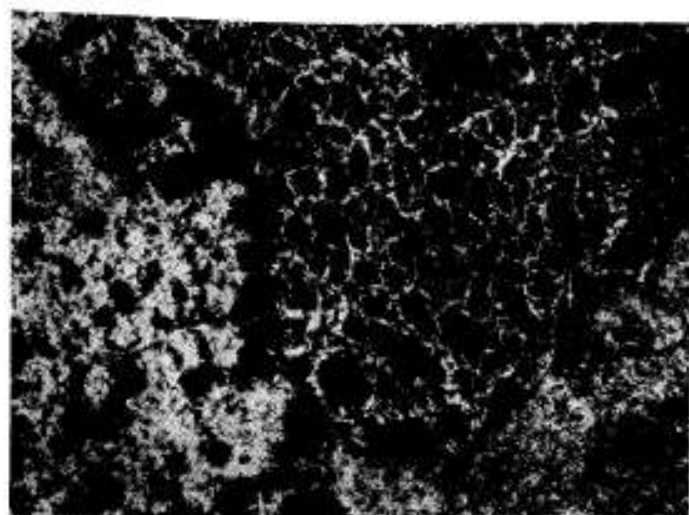
FOTOMICROGRAFIA 5



FOTOMICROGRAFIA 6



FOTOMICROGRAFIA 7



FOTOMICROGRAFIA 8
(aumento das fotomicrografias: 17,5 X)