Revista Brasileira de Geociências 18(1):79-85, março de 1988

EVOLUÇÃO MINERALÓGICA DOS JACUPIRANGUITOS DE JACUPIRANGA (SP) DURANTE A ALTERAÇÃO INTEMPÉRICA

SONIA MARIA BARROS DE OLIVEIRA & JEAN DELVIGNE

ABSTRACT MINERALOGICAL EVOLUTION OF JACUPIRANGUITES FROM JACUPIRANGA (SP) DURING WEATHERING ALTERATION. Samples were collected from a weathering profile developed above pyroxenites belonging to the alkaline massif of Jacupiranga. The primary minerals – titanoaugite, magnetite, perovskite, phlogopite, and olivine – were first partially transformed by a hydrothermal alteration process and the completely altered by weathering. The earlier products of the supergene alteration of the pyroxenites are smectites; these minerals change into kaolinite and goethite which are the principal components of the lateritic cover. This paper deals with micromorphological aspects of these transformations.

INTRODUÇÃO O complexo alcalino de Jacupiranga situa-se a cerca de 200 km a sudoeste da cidade de São Paulo e cobre um área de aproximadamente 65 km^2. Apresenta forma ovalada, com eixo maior de direção NNW. Suas rochas dominantes são ultramáficas: dunitos na porção norte e jacupiranguitos na porção sul (Melcher 1954). O clima da região é tropical úmido, com verões quentes, invernos temperados e precipitação sempre abundante.

A alteração intempérica que atuou sobre as variedades ultramáficas do complexo gerou um espesso manto laterítico que ultrapassa 40 m. O perfil de alteração derivado dos dunitos caracteriza-se por apresentar um nível de silcrete, subjacente ao qual ocorrem concentrações niquelíferas (Oliveira & Trescases 1985). A evolução dos jacupiranguitos levou à formação de um perfil enriquecido em titânio nos níveis superiores. Sobre ambas as litologias, os horizontes mais superficiais da cobertura laterítica mostram evidências de aporte coluvionar (Oliveira *et al.* 1987).

O objetivo deste trabalho é o de estudar as transformações mineralógicas ocorridas durante a evolução supérgena dos jacupiranguitos. Entretanto essas rochas sofreram previamente alteração hidrotermal e não é possível compreender as transformações supérgenas sem estudar também os efeitos da alteração hipógena. Assim, as transformações mineralógicas de origem hipógena serão também descritas e analisadas.

A metodologia utilizada consistiu, em primeiro lugar, na descrição macroscópica de um perfil de alteração, com a finalidade de definir e caracterizar as diferentes fácies presentes. Seguiu-se a amostragem sistemática (amostras indeformadas) de cada horizonte e, sobre cada amostra, determinação da densidade aparente, estudos por microscopia óptica de transmissão e por difração de raios-X. Em algumas poucas amostras, foram realizadas análises químicas pontuais por microssonda eletrônica.

O PERFIL DE ALTERAÇÃO O perfil amostrado aflora nos taludes da escavação de um canal com cerca de 30 m de profundidade. É possível distinguir, da base para o topo, cinco diferentes horizontes em transições gradacionais:

Rocha alterada (de 24 a 30 m) – Rocha de cor verde-escura a preta e densidade aparente em torno de 2,4. É um material friável devido aos veios argilosos verde-claros que entrecortam fragmentos escuros e mais consistentes. Os principais minerais presentes são a titanoaugita parcialmente alterada em esmectita, magnetita discretamente oxidada nas bordas, perovskita parcialmente transformada em anatásio e vermiculita ligeiramente ferruginizada ao longo dos planos de clivagem.

Saprólito verde (de 19 a 24 m) – Material verde, textura areno-argilosa, friável, com densidade aparente ao redor de 1,7. A cor verde gradua de tons mais escuros para tons mais claros em direção ao topo do perfil. Constitui-se essencialmente de esmectita e de restos de piroxênio e vermiculita. A magnetita permanece discretamente ferruginizada e a perovskita encontra-se totalmente transformada em anatásio.

Saprólito amarelo (de 16 a 19 m) – Este horizonte com densidade bem baixa (1,1 em média) é mais argiloso que o horizonte subjacente e mais heterogêneo, com manchas amarelas e avermelhadas, e, localizadamente, concreções pretas de manganês. Os minerais essenciais presentes são a esmectita, a caulinita e a goethita. Embora a porosidade deste nível seja bastante elevada, a estrutura original da rocha permanece grosseiramente conservada, podendo, localmente, encontrar-se obliterada. No saprólito amarelo são freqüentes fissuras preenchidas por material argiloso desorganizado, iluviado dos níveis superiores do perfil.

Laterita vermelho-amarelada (de 0,15 a 16 m) – É um material argiloso, vermelho mosqueado de amarelo na base do horizonte e mais violáceo em direção ao topo. Pode apresentar concreções ferruginosas e nele são freqüentes as acumulações de manganês. Macroscopicamente, não apresenta mais vestígios de estrutura da rocha; ao contrário, mostra-se compactado, com densidade média de 1,4. Constitui-se essencialmente por um plasma de goethita e caulinita, no qual se encontram grãos de magnetita parcialmente oxidada e fantasmas de perovskita compostos por anatásio. São abundantes traços de atividade biológica como canais deixados por vermes ou por raízes, sobretudo na parte superior do horizonte. Grãos de quartzo detrítico estão presentes em pequena quantidade na laterita.

* Departamento de Geologia Geral, Instituto de Geociências, USP. Caixa Postal 20899, CEP 01498, São Paulo, SP, Brasil
** OSTROM, Laboratoire de Géologie Dynamique et de Pétrologie de la Surface, Facultés des Sciences et Techniques de Saint-Jerôme, 13397 Marseille Cedex 13, France

Solo (de 0 a 0,15 m) – Capeando o perfil, ocorre um nível escuro, rico em matéria orgânica, que não foi objeto de investigação deste trabalho.

Apesar da grande espessura deste perfil, em sua base não aflora a rocha fresca. Para se ter uma idéia do material de partida para a formação do perfil de alteração, o piroxenito fresco foi amostrado em outros afloramentos. É uma rocha de cor preta, granulação grossa e densidade elevada (3,0). Compõe-se principalmente por grãos de titanoaugita em textura granoblástica. O segundo mineral mais abundante é a magnetita, ameboidal, que preenche os espaços entre os cristais de piroxênio, evidenciando cristalização tardia. Sempre associada a ela, aparece a perovskita. Distribuído heterogeneamente pela rocha, ocorre um mineral micáceo que, embora guarde as características ópticas da flogopita, encontra-se parcial ou totalmente transformado em vermiculita, conforme é indicado pela difração de raios-X. Como acessórios, os jacupiranguitos apresentam principalmente olivina, nefelina, apatita e calcita.

FILIAÇÃO MINERALÓGICAS Embora o perfil de alteração estudado seja ligeiramente heterogêneo no que concerne à mineralogia do material que lhe deu origem, e as amostras de rocha fresca não correspondam exatamente àquelas encontradas na base do perfil, é possível seguir, em seu conjunto, a evolução completa da maioria dos minerais constituintes do piroxenito. Apenas alguns minerais acessórios, tais como a olivina, a hornblenda, a nefelina, a calcita, a clorita e a apatita, só aparecem em certos níveis do perfil de alteração. Os minerais essenciais, como o piroxênio, a magnetita, a flogogita e a perovskita, podem apresentar variações quantitativas relativamente importantes pela seqüência de alteração, em conseqüência de sua distribuição irregular nas rochas originais.

O exame micromorfológico e mineralógico das rochas frescas e do material proveniente da base do perfil de alteração permite distinguir dois tipos de alteração diferentes que se sucedem no tempo. O primeiro tipo consiste numa alteração profunda, de origem hidrotermal, que transformou parcial ou totalmente certos minerais originais, mas cuja influência sobre os minerais essenciais foi discreta e irregular. Seguiu-se uma alteração superficial, de origem meteórica, que foi responsável pela degradação da maior parte dos minerais originais e dos minerais de origem hidrotermal em minerais secundários com argilas e oxi-hidróxidos de ferro. Este tipo de alteração se faz cada vez mais evidente da base para o topo do perfil, por modificações importantes na alterita, no que diz respeito à composição mineralógica e química, coesão, densidade aparente e coloração.

Alteração Hidrotermal A influência da alteração hidrotermal, apesar de presente na totalidade do perfil, é cada vez menos reconhecível nos materiais de seus níveis superiores, onde a alteração intempérica é dominante e mascara quase que completamente as transformações mineralógicas anteriores.

No conjunto das rochas, a alteração de origem profunda é marcada principalmente: **1.** por uma certa fissuração ou fragmentação dos piroxênios; **2.** pelo aparecimento, nessas fraturas, de minerais secundários, como a vermiculita, de pequena dimensão; **3.** pela transformação dos piroxênios em hornblenda, talco, minessotaíta e calcita; **4.** pela degradação de uma parte importante da flogopita original em vermiculita de grandes dimensões; **5.** pela transformação total ou parcial da olivina em "iddingsita", acompanhada, em alguns locais, de serpentina e magnetita, associadas sob forma de um reticulado limitando as pseudomorfoses da olivina.

A fissuração real ou potencial dos piroxênios, preenchida ou não por minerais secundários, tem um importante papel do desenvolvimento ulterior da alteração supérgena, facilitando a circulação das águas de origem superficial e a troca de íons entre essas águas e os minerais atravessados por elas. Os pequenos filões de microvermiculita desenvolvidos entre os cristais de piroxênio têm o mesmo papel.

A olivina, presente em quantidades relativamente importantes em certos níveis do perfil de alteração, apresenta-se sempre profundamente alterada e transformada em minerais secundários: serpentina, "iddingsita" e esmectita (Pr. 1, Foto 1). É difícil definir a origem desta última. Com efeito, a olivina é ao mesmo tempo muito sensível aos processos de alteração hidrotermais e supérgenos, e, assim, a presença quase constante de esmectitas poderia ser atribuída tanto aos primeiros quanto aos segundos. Pode-se admitir, entretanto, que, quando da fase de alteração hidrotermal, uma parte apenas da olivina tenha sido transformada em serpentina, e sobretudo em "iddingsita", abandonando resíduos não alterados de olivina que teriam sido em seguida alterados em esmectita supérgena. Esta hipótese é sugerida pela constante presença de hidróxidos de ferro nas pseudomorfoses esmectíticas. No processo de alteração superficial, a serpentina se degrada e apenas a "iddingsita", mais resistente, persiste intacta como única testemunha de uma fase de alteração anterior.

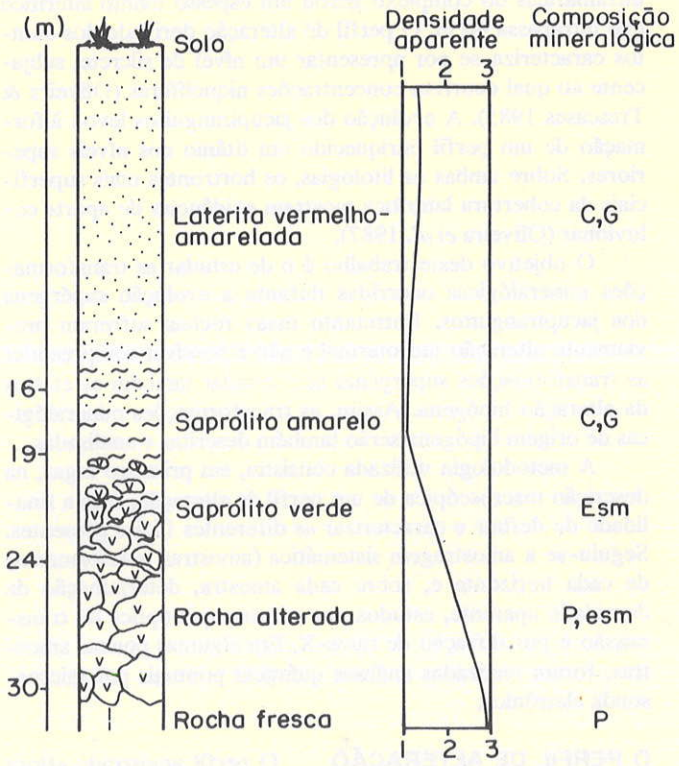
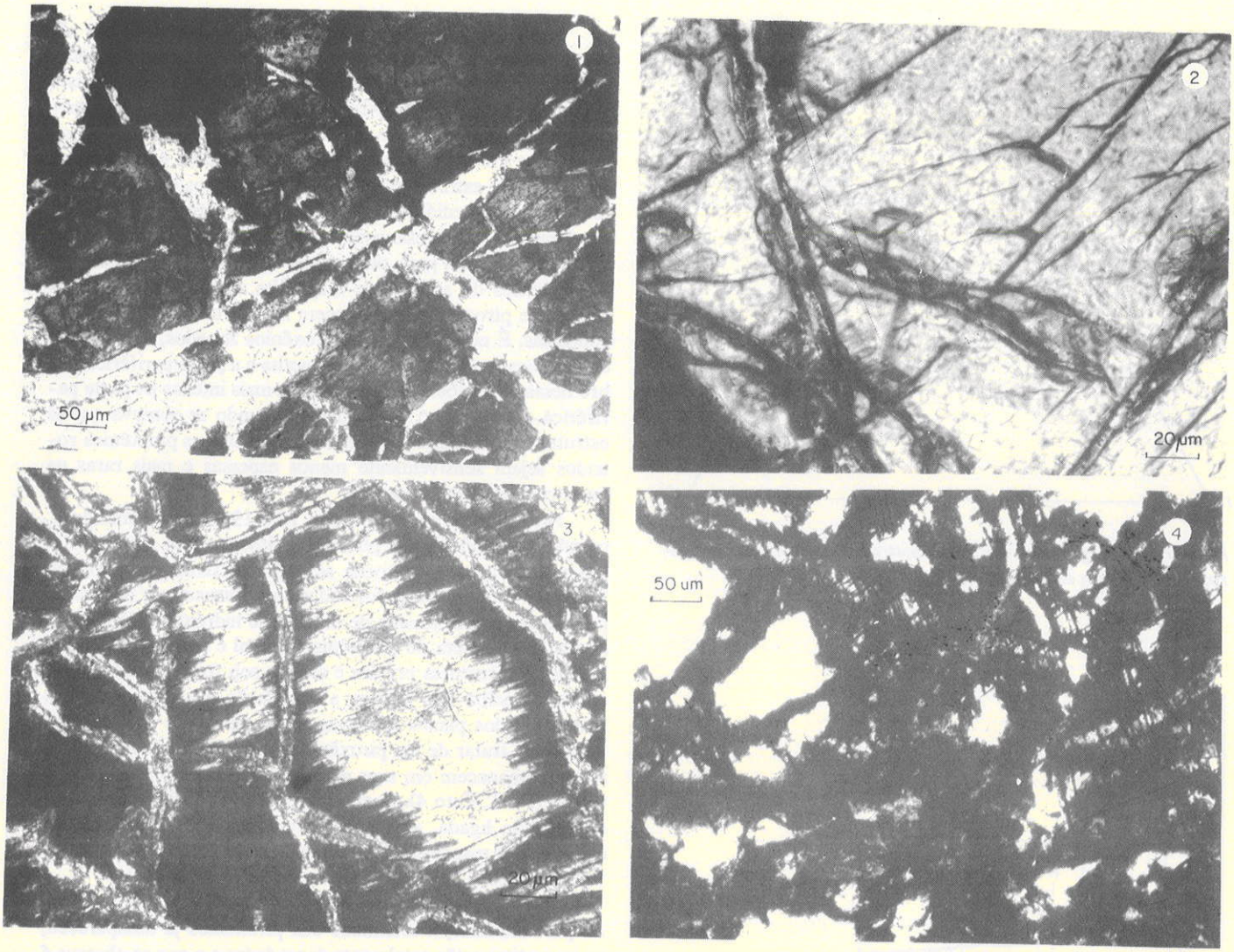


Figura 1 - O perfil de alteração (P = piroxênio, Esm = esmectita, C = caulinita, G = geothita)

Alteração Supérgena *Piroxênio* – Os piroxênios representam entre 60% e 90% do volume das rochas originais e, assim sendo, sua alteração é responsável pela velocidade de



Prancha 1. Fotomicrografias. **1.** *Olivina alterada em esmectita. Nicóis paralelos.* **2.** *Início da alteração da titanoaugita em esmectita, ao longo das fissuras. Nicóis paralelos.* **3.** *Alteração da titanoaugita em formas denticuladas. Nicóis cruzados.* **4.** *Alteração da titanoaugita num plasma goethítico. Agulhas de magnetita permanecem no lugar original. Nicóis paralelos*

alteração das rochas e pela espessura das alteritas resultantes. A magnetita, pouco alterável, aparece nos níveis superficiais do perfil de alteração, sob forma de grão reliquiares. Entretanto, sua presença e sua repartição no seio das alteritas, a permanência de suas formas e suas associações com outros minerais (magnetita-perovskita, por exemplo) permitem reconhecer a natureza isovolumétrica da alteração nos níveis onde a alteração avançada dos minerais essenciais (piroxênios e flogopitas) não permitiria mais reconhecê-la.

A alteração do piroxênio progride a partir das bordas das fissuras e fraturas transversais (Pr. 1, Foto 2), com o aparecimento de manchas irregulares ou de estruturas denticuladas constituídas de esmectitas secundárias. Dados ópticos difratométricos e de microssonda eletrônica permitiram caracterizar o piroxênio como uma titanoaugita (TiO_2 variando entre 2,5% e 3%) e a esmectita como pertencente à família das beidellitas. A figura 2 indica, num diagrama triangular Al-Fe-Mg, a evolução supérgena inicial dos piroxênios.

Com o objetivo de investigar o destino do titânio, quando da transformação da titanoaugita em beidellita, foram realizadas com microssonda eletrônica análises semiquantitativas sobre quatro pontos distintos de uma mancha opticamente homogênea de beidellita no seio de um piroxênio (Figura 3). Essas análises mostram que o conteúdo de titânio é muito variável, o que indica que provavelmente o titânio está sob forma de grãos ultramicroscópicos de anatásio heterogeneamente distribuídos na massa argilosa.

Em alguns piroxênios encontrados nas rochas de afloramentos ocorre esporadicamente um outro tipo de alteração, provavelmente de origem supérgena, restrito às amostras de rocha praticamente frescas. Trata-se de estruturas fitadas, dispostas segundo as fraturas do piroxênio e cuja composição mineralógica, simétrica em relação a um plano mediano marcado por um alinhamento de pequenos grãos castanhos (hidróxidos de ferro e de titânio), é essencialmente um material criptocristalino. Esse material é heterogêneo: próximo ao alinhamento central dos grãos, observam-se microestruturas vermiformes constituídas de um mineral finamente fibroso e de bi-refringência baixa, que parece calcedônia. No contato com as bordas denticuladas do piroxênio, incluído no material criptocristalino, podem-se observar cristalizações discretas de calcita.

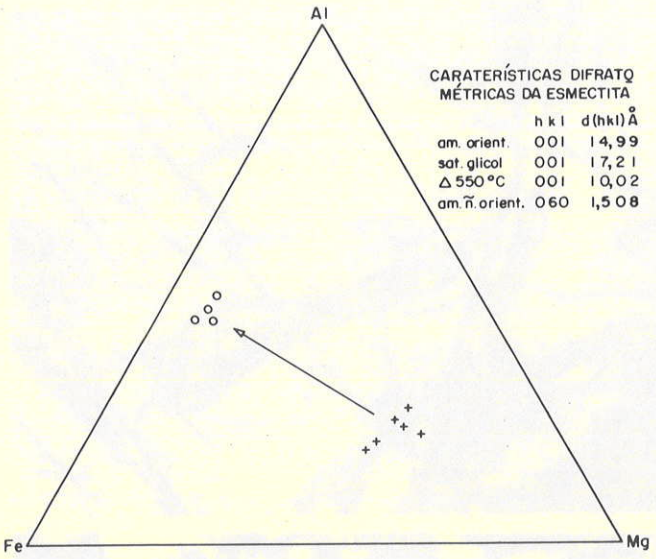


Figura 2 - Diagrama Fe-Al-Mg mostrando a evolução dos piroxênios (+) em esmectitas (o)

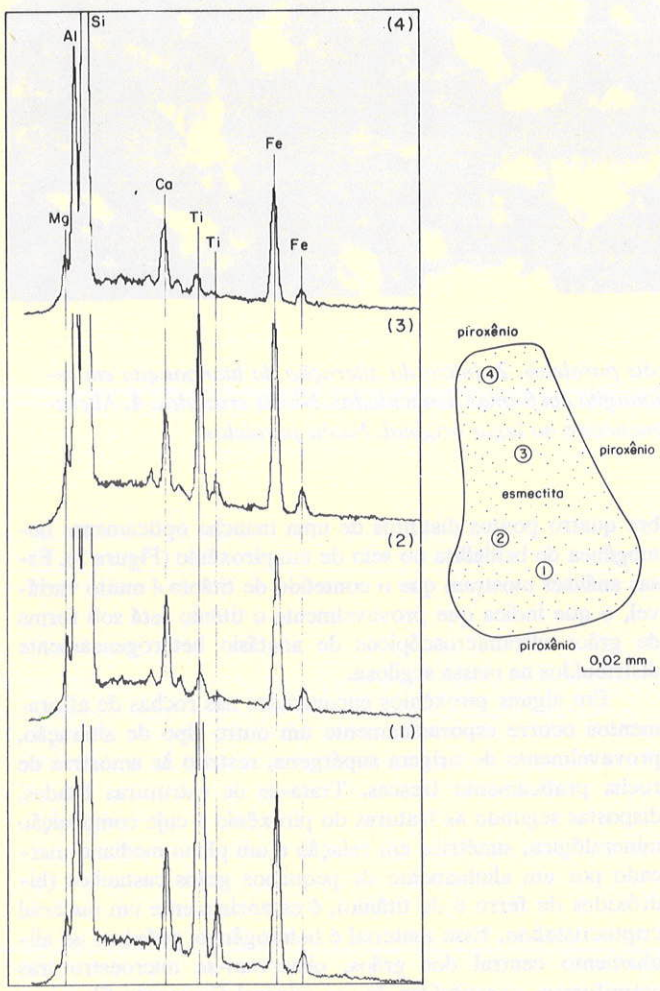


Figura 3 - Espectros obtidos por meio do Sistema Dispersivo de Energia (EDS) na microssonda eletrônica. Mancha de esmectita no seio de um piroxênio.

Seguindo a progressão da alteração do piroxênio nos níveis inferiores e médios do perfil, acima de 23 m de profundidade, as estruturas intraminerais vão-se espessando à custa dos núcleos residuais do piroxênio. Estes adquirem progressivamente o aspecto finamente denticulado, característico dos piroxênios em vias de alteração. As esmectitas permanecem, em geral, em estreito contato com os resíduos de piroxênios, sem fase intermediária. Localizadamente, entretanto, pode-se observar um certo deslocamento das argilas do piroxênio com a formação de um poro perinuclear entre eles (Pr. 1, Foto 3). As inclusões de agulhas de magnetita, freqüentes em certos cristais de piroxênio, desaparecem nas estruturas argilosas secundárias. É notável que nos piroxênios zonados, com a parte central rica em inclusões de magnetita e a parte periférica pobre nessas inclusões, a alteração seja mais intensa na parte periférica. Isto é posto em evidência quando se observa que as estruturas secundárias contínuas que cortam os piroxênios zonados sejam sensivelmente menos espessas e mais raras na parte central desses minerais.

No saprólito amarelo, entre 16 a 19 m de profundidade, os núcleos residuais dos piroxênios desaparecem rapidamente e a microestrutura da rocha se torna extremamente porosa. Enquanto as esmectitas formadas anteriormente se degradam parcialmente num plasma de caulinita e hidróxidos de ferro, a alteração completa do piroxênio residual é para goethita, que invade as estruturas prévias e se fixa sob forma de boxwork, em uma malha que lembra a orientação e a disposição das fraturas e dos planos de clivagem do piroxênio residual. No caso de se tratar de um piroxênio com inclusões de magnetita, estas permanecem em suas posições originais no plasma goethítico (Pr. 1, Foto 4). A aparição de quantidades importantes de goethita ligada, ao menos parcialmente, à degradação da esmectita, é responsável pela mudança de coloração desse nível de saprólito, que passa, assim, do verde ao amarelo.

No nível laterítico vermelho-amarelado, acima de 16 m de profundidade, a totalidade dos piroxênios já desapareceu, as esmectitas estão totalmente degradadas e o que se observa é uma estrutura muito porosa, constituída essencialmente por um pouco de caulinita e muito hidróxido de ferro, mais ou menos bem cristalizado. As texturas originais se apagam progressivamente e apenas a disposição e a repartição do minerais pouco alteráveis, como a magnetita, ou dos minerais facilmente reconhecíveis, como a vermiculita, pseudomorfizada pela caulinita, permitem afirmar que a estrutura geral da rocha original é mais ou menos conservada (alteração isovolume) até em torno de 5 m de profundidade.

Acima disso até a superfície, apenas alguns pseudomorfos isolados, quebrados e incompletos, lembram a textura petrográfica original. É o domínio da pedoturbação e da atividade biológica. É também o domínio do remanejamento e do coluvionamento, responsáveis pela presença de numerosos grãos de quartzo observados no nível superior e cuja origem alóctone é evidente.

Olivina – A olivina, sempre alterada, só aparece no perfil entre 20 e 15 m de profundidade em conseqüência da heterogeneidade da rocha original. Este é um nível relativamente elevado do perfil, no qual os minerais menos alteráveis que aquele mineral já estão quase totalmente alterados. Nestas condições, a olivina fresca, mesmo sob forma de núcleos residuais, não foi observada neste perfil.

Transformada anteriormente em "iddingsita", às vezes associada a um pouco de serpentina, os núcleos residuais eventuais foram, quando da alteração supérgena, totalmente alterados em esmectita verde, provavelmente nontronítica. A

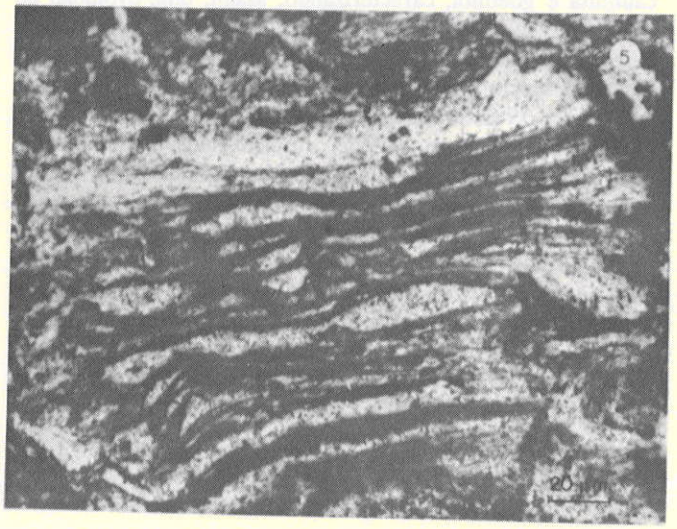
"iddingsita", relativamente estável neste nível de alteração superficial, degrada-se lentamente em hidróxidos de ferro formando manchas contínuas, não porosas, orientadas, muito diferentes das pseudomorfoses ferruginosas formadas pela alteração dos piroxênios vizinhos. Fragmentos esparsos de "iddingsita" são encontrados até no nível superior do perfil em associação com as palhetas de vermiculita degradada e com os grãos de quartzo.

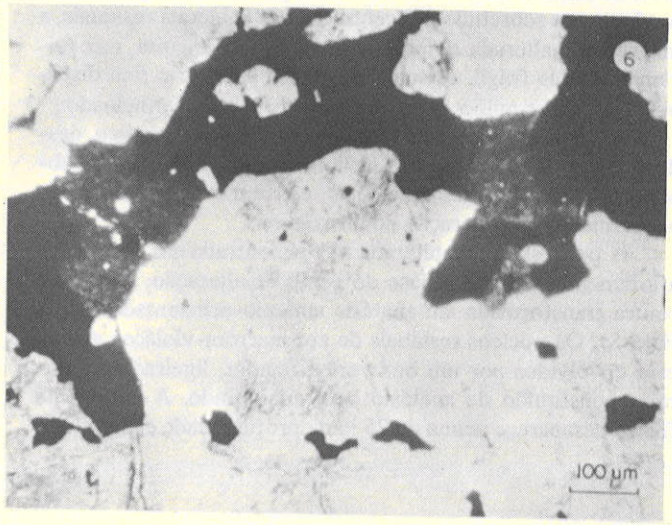
As esmectitas formadas à custa da olivina têm o mesmo destino daquelas originadas dos piroxênios: degradação em caulinita com exsolução de hidróxidos de ferro.

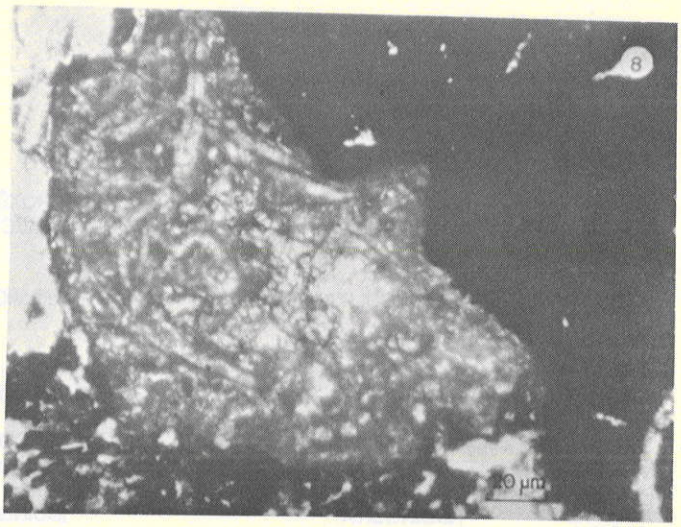
Flogopita – Nas rochas frescas dos afloramentos, a flogopita é rara e se apresenta como conjunto de cristais amebóides entre os grãos de piroxênio, da mesma forma que a magnetita. Nas rochas do perfil alterado, a flogopita é muito mais abundante ocupando a mesma posição. No nível inferior da alterita, é relativamente freqüente e está sempre parcialmente alterada em vermiculita, sob forma de acumulações micáceas irregulares, curvadas e fraturadas. Vermiculita de menor tamanho aparece freqüentemente nas juntas abertas entre os piroxênios ou nas fraturas que os atravessam.

A transformação supérgena da vermiculita se faz segundo duas vias diferentes. Desde o saprólito verde, aparecem associadas à vermiculita, ou eventualmente à flogopita residual, pequenas manchas de esmectitas verdes, não orientadas em concordância com as folhas originais e muito semelhantes àquelas que se desenvolvem ao mesmo tempo a partir dos piroxênios. Na parte superior deste nível, e sobretudo no nível de saprólito amarelo, a esmectita neoformada começa a se degradar da mesma maneira que as esmectitas provenientes dos piroxênios. A partir da vermiculita residual, desenvolve-se caulinita entre suas lamelas formando pacotes de espessuras variáveis (Pr. 2, Foto 5). A caulinita, incolor e límpida, em contraste com a vermiculita fortemente colorida, é marcada pela presença de numerosas inclusões cinzentas, quase opacas, que lembram inclusões de minerais titaníferos.

No nível de laterita, a caulinita de degradação das micas é cada vez mais abundante, embora persistam relíquias de vermiculita inalterada ou colorida pelos hidróxidos de ferro. Es-







Prancha 2. Fotomicrografias. **5.** *Alteração da flogopita em caulinita. Nicóis paralelos.* **6.** *Magnetita (preto) e perovskita (cinza) na rocha fresca. Nicóis paralelos.* **7.** *Perovskita alterada em leucoxênio envolvendo a magnetita. Nicóis paralelos.* **8.** *Perovskita alterada em leucoxênio e anatásio. Nicóis paralelos.*

sas relíquias se encontram também ao nível superior atingido pelo coluvionamento, associadas à caulinita e a fragmentos de "iddingsita" e quartzo.

Associação magnetita-perovskita – A magnetita e perovskita estão quase sempre associadas nas rochas estudadas. A perovskita, entretanto, não aparece senão quando a quantidade de magnetita da rocha ultrapassa 8% do volume. Os dois minerais, totalmente xenomorfos, de formas amebóides, situam-se sempre entre os cristais de piroxênio e/ou de flogopita (Pr. 2, Foto 6). O limite interno entre os dois minerais associados é nítido e, em casos em que a associação é mais complexa, a perovskita se concentra de preferência na parte externa da associação, mais diretamente em contato com os silicatos (Pr. 2, Foto 7).

A magnetita encontra-se também isolada sob forma de inclusões finamente prismáticas ou aciculares seguindo os planos de clivagem da parte central dos piroxênios zonados.

A alteração por oxidação e hidratação da magnetita é dificilmente observável ao microscópio óptico de transmissão por causa da opacidade da magnetita e dos minerais neoformados. Entretanto, com luz condensada, é possível observar a transformação parcial da magnetita em hemetita a partir do nível de laterita vermelha. No nível superior remanejado, onde se observam sobretudo concentrações de minerais residuais, a magnetita inalterada domina novamente; a hematita, mecanicamente mais frágil, dissocia-se de seu suporte e fica distribuída em grãos muito finos no fundo matricial avermelhado.

As inclusões de magnetita desaparecem mais cedo e, desde o início da alteração dos jacupiranguitos, elas não são observadas, senão raramente, nas estruturas das esmectitas neoformadas por alteração do piroxênio.

A perovskita não alterada só é encontrada nas rochas dos afloramentos. Desde a base do perfil de alteração, ela se encontra transformada em anatásio amarelo-acinzentado (Pr. 2, Foto 8). Os núcleos residuais de cor marrom-violácea aparecem envolvidos por um boxwork irregular, ligeiramente poroso, constituído de anatásio bem cristalizado. A perovskita fresca desaparece acima de 25 m de profundidade enquanto as pseudomorfoses de anatásio se mantêm intactas até o nível superior da alterita e mesmo no nível remanejado. Neste, os minerais titaníferos de origem secundária podem concentrar-se por acumulação relativa, dada sua marcada inalterabilidade. Ainda neste nível, ao lado das pseudomorfoses em boxwork com anatásio bem cristalizado estão misturadas com manchas irregulares de anatásio criptocristalino branco-acinzentado, praticamente opaco, cuja origem deve ser alóctone ao perfil de alteração, já que elas não estão presentes nos níveis autóctones da alterita subjacente.

A figura 4 resume as relações de filiação entre os minerais primários e secundários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS O estudo micromorfológico dos diferentes estágios de alteração do jacupiranguito permitiu evidenciar a transformação de uma assembléia mineralógica primária afetada por transformações hipógenas numa assembléia essencialmente secundária, gerada pelos agentes do intemperismo, em que o único mineral primário que permanece residualmente é a magnetita. A alteração supérgena dos silicatos hipógenos (titanoaugita, vermiculita e olivina) levou à formação de argilas 2:1, que acabaram por se degradar em caulinita e goethita, caracterizando, assim, uma evolução de tipo laterítica. Evolução semelhante de piroxênios, sob clima tropical, foi descrita em Carajás (Bernardelli et al. 1983), Costa do Marfim (Nahom et al. 1982), Barro Alto (Trescases & Oliveira 1981) e Niquelândia (Oliveira & Trescases 1982, Colin et al. 1985), no caso de ortopiroxênios, e em Santa Fé (Oliveira 1980), no caso de diopsídio. Kimpe et al. (1987) mostraram que a evolução de augitas sob clima temperado também se dá no sentido da formação de esmectitas, mas, ao contrário do que acontece em condições climáticas mais agressivas, esses minerais não se degradam constituindo o principal componente dos solos.

A transformação da perovskita em anatásio e a neoformação de minerais de titânio a partir da titanoaugita são, neste caso, os mecanismos responsáveis pela concentração supérgena deste elemento.

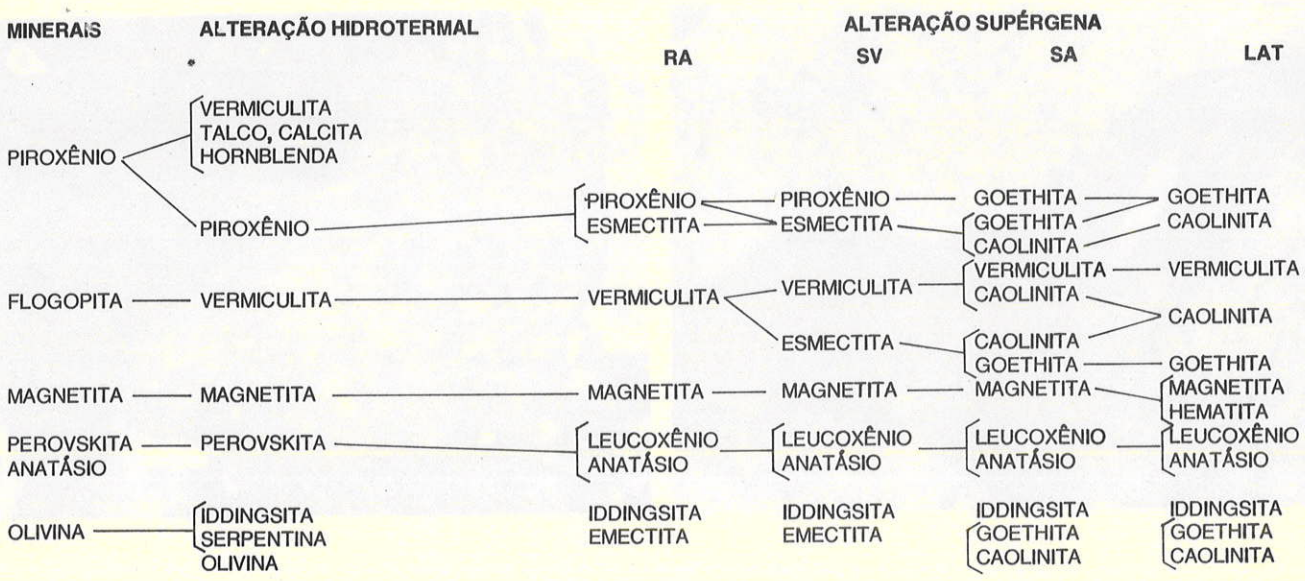


Figura 4 - Filiações mineralógicas (RA = rocha alterada, SV = saprólito verde, SA = saprólito amarelo, LAT = laterita)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDELLI, A.; MELFI, A.J.; OLIVEIRA, S.M.B. de; TRESCASES, J.J. 1983. The Carajás nickel deposits. In: INT. SEM. LAT. PROC. 2, São Paulo, 1982. *Proceed...* São Paulo, IGCP-129 and IAGC. p. 107-118.

COLIN, F.; NOACK, Y.; TRESCASES, J.J.; NAHON, D. 1985. L'altération latéritique débutante des pyroxénites de Jacuba, Niquelândia, Brésil. *Clay Min.*, **20**:93-113.

KIMPE, C. de; DEJOU, J.; CHEVALIER, Y. 1987. Évolution géochimique superficielle des pyroxénites ignées du Mont Saint-Bruno, Québec. *Can. J. Earth Sc.*, **24**:760-770.

MELCHER, G.C. 1954. Nota sobre o distrito alcalino de Jacupiranga, Estado de São Paulo. DNPM/DGM. 20 p. (Notas Preliminares, 84).

NAHON, D.; PAQUET, H.; DELVIGNE, J. 1982. Lateritic weathering of ultramafic rocks and concentration of nickel in Western Ivory Coast. *Econ. Geol.*, 77:1159-1175.

OLIVEIRA, S.M.B. de. 1980. *Alteração intempérica das rochas ultrabásicas de Santa Fé (GO) e gênese do depósito niquelífero.* São Paulo, 216 p. (Tese de Doutoramento, Instituto de Geociências da USP).

OLIVEIRA, S.M.B. de & TRESCASES, J.J. 1982. Estudo mineralógico e geoquímico da laterita niquelífera de Niquelândia, GO. In: CONGR. BRAS. GEOL., 32, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador, SBG. v. 3, p. 1183-1190.

OLIVEIRA, S.M.B. de & TRESCASES, J.J. 1985. O depósito de níquel de Jacupiranga (SP): evolução mineralógica e geoquímica. *Rev. Bras. Geoc.* **15**(3):249-254.

OLIVEIRA, S.M.B. de; MELFI, A.J.; CARVALHO, A.; FRIEDRICH, G.; MARKER, A.; KANIG, M. 1987. Evolução geoquímica supergênica do maciço alcalino de Jacupiranga (SP). In: CONGR. BRAS. GEOQ., 1, Porto Alegre, 1987. *Breves Comunicações,* Porto Alegre, SBGq.

TRESCASES, J.J.; OLIVEIRA, S.M.B. de. 1981. A jazida de níquel de Barro Alto. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 1, Goiânia, 1981. *Atas...* Goiânia, SBG, p. 519-538.

MANUSCRITO 493
Recebido em 11 de setembro de 1987
Revisão aceita em 18 de dezembro de 1987

Creio que uma educação de verdade, e fiel à verdade, não pode deixar de promover e liderar, a curto ou longo prazo, uma mudança da sociedade, tendo em vista o atendimento das suas reais necessidades.

Paul Arbousse-Bastide, 1984, *O que o Brasil me ensinou*. (Aula Magna proferida na USP).