

## METAMORFISMO DE ROCHAS ULTRABÁSICAS DE IPANEMA – MG

Eleno de Paula Rodrigues \*  
José Moacyr Vianna Coutinho \*  
José Vicente Valarelli \*  
Nelson Angeli \*\*  
\* IPT – SP  
\*\* UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

### ABSTRACT

The Paraiba Group in Ipanema, Minas Gerais, is made up of medium to high grade gneisses, intruded by nickel-bearing harzburgites and dunites.

The ultrabasic rocks were subjected to repeated retrometamorphic conditions. Optical microscopy, X-ray diffratometry and DTA resources, together with correlations with the results of studies by Evans & Trommsdorff made it possible to indicate for those rocks a replacement sequence starting with the formation of tremolite (after diopside) and magnesian chlorite. With decreasing temperature, in a hydrated environment, talc is formed by reactions involving enstatite, after which, serpentine minerals grow at the expenses of forsterite and talc. A late phase of serpentinization affects resisting enstatite and tremolite.

### 1. - INTRODUÇÃO

Visando a obtenção de dados petrográficos e mineralógicos para apoio aos trabalhos de levantamento geológico que antecederam aos de pesquisa e prospecção mineral de níquel na região de Ipanema, no Estado de Minas Gerais, foram efetuados, em rochas e minerais estudos por microscopia óptica, difratometria de raios-X e análise termo-diferencial.

Angeli (1979) elaborou o mapa geológico da região, onde as unidades litológicas predominantes são gnaisses e migmatitos pertencentes ao Grupo Paraíba, intrusivas básicas e ultrabásicas e aluviações recentes.

Apresenta-se neste trabalho uma discussão dos resultados dos estudos efetuados especialmente sobre as rochas ultrabásicas, as quais sofreram, no decurso de sua história geológica, influências de agentes metamórficos que causaram a cristalização de anfibólio, bem como fenômenos de serpentinização, esteatitização e cloritização.

### 2. - GNAISSES

Na região estudada, os principais tipos petrográficos pertencentes ao Grupo Paraíba são gnaisses constituídos essencialmente de plagioclálio (oligoclásio), quartzo, hornblenda e/ou biotita e granada (fotomicrografia 1). As parageneses minerais observadas nessas rochas, corroboradas por alguns pormenores mineralógicos (como a presença de plagioclálio antiperítítico e biotita titanífera vermelha) permitem situar as condições de recristalização metamórfica ocorridas no "grau médio" (Winkler, 1974), em intervalo de temperatura relativamente alto.

Na porção meridional da área, próximo ao município de Conceição de Ipanema, foram encontradas rochas gnáissicas (fotomicrografia 2) cuja associação mineralógica sillimanita-feldspato potássico de baixa triclinicidade, em presença de quartzo e plagioclálio e ausência de muscovita primária, já caracteriza condições de metamorfismo de "grau alto" (Winkler,

op.cit). Reações retrometamórficas, freqüentemente ligadas à ação de esforços tectônicos, provocaram a transformação parcial de sillimanita em sericita e de biotita em clorita.

## 2.1. - ROCHAS ULTRABÁSICAS

O estudo microscópico dessas rochas foi dificultado pelo intenso grau de alteração intempérica e hidrotermal atingido. As amostras exibem coloração verde amarelada e estrutura isotrópica ou, às vezes, bandada. Trata-se de serpentinitos originados de rochas pertencentes à família dos peridotitos. Ocorrem desde dunitos até harzburgitos, dependendo das quantidades relativas dos constituintes minerais essenciais: olivina e ortopiroxênio. Dunitos apresentam 90-100% de olivina e harzburgitos 40-90% (IUGS, 1973). Em algumas amostras são nitidamente diferenciadas bandas ricas em ortopiroxênio e outras essencialmente olivínicas (fotomicrografias 4 e 5). Serpentina, talco, clorita, tremolita-actinolita, opacos (principalmente magnetita) e espinélio são os demais minerais existentes. Foram identificados, através de difratometria de raios-X e análise termo-diferencial, serpentinas (provavelmente antigoritas niquelíferas e crisotilas) e argilo-minerais do grupo das caulinatas e interestratificados da série clorita-montmorilonita.

Nessas rochas as olivinas acham-se total ou parcialmente alteradas em serpentinas e óxidos de ferro, e mais raramente, em talco e clorita. Em alguns espécimes mais sãos as olivinas foram identificadas como sendo da variedade crisólita. Os ortopiroxênios, representados por enstatita, são menos susceptíveis ao fenômeno de serpentinização do que as olivinas e quando alterados dão origem a talco, clorita e, menos comumente, serpentinas que, ora margeiam, ora cortam os cristais, segundo linhas de clivagem ou de partição. Serpentinhas ocorrem ainda constituindo a matriz das rochas, podendo associar-se a talco e clorita. Estes associam-se mais freqüentemente às zonas ricas em ortopiroxênio. As observações texturais não fornecem indicações seguras sobre as relações cronológicas dos fenômenos de serpentinização, esteatitização e cloritização sendo, no entanto, a intensidade de cada um desses fenômenos nitidamente correlacionada à natureza do mineral original (olivina é mais suscetível à serpentinização; e ortopiroxênio à esteatitização e cloritização). A serpentinização de olivinas provoca freqüentemente a formação de "mesh structure" onde se notam cristais placoides de serpentina recortados por serpentina fibrosa. Sobre piroxênio, essa alteração é menos pronunciada, tendendo a formar textura bastítica. Os anfibólios são membros da série tremolita-actinolita e ocorrem na forma de porfiroblastos milimétricos (fotomicrografia 3) ou de agregados de cristais prismáticos, isorientados, associados à massa fundamental predominantemente serpentinica. Às vezes, cristais de anfibólio apresentam fraturas preenchidas e são parcialmente substituídos por serpentina.

A presença de serpentina constituindo veios irregulares e preenchendo microfraturas em rochas previamente serpentinizadas (fotomicrografia 6) caracteriza a existência de, pelo menos, duas fases de serpentinização.

Estão sendo efetuados nessas rochas estudos de detalhe visando uma melhor caracterização mineralógica das serpentinas e das fases de serpentinização sugeridas pelas observações texturais.

## 2.2. - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A mineralogia e as feições texturais das rochas ultrabásicas indicam tratar-se de corpos ígneos plutônicos, compostos originalmente de olivina, ortopiroxênio, opacos e presumivelmente também diopsídio, que foram submetidos a sucessivas condições de retrometamorfismo.

Após a intrusão, essas rochas sofreram metamorfismo de alto grau compatível com a paragênese verificada nas encaixantes granulíticas à sillimanita. Considera-se que a tremolita seja uma das consequências mineralógicas iniciais do processo metamórfico.

Nessas condições ou próximo delas, ocorreram as primeiras transformações mineralógicas nas rochas ultrabásicas, provavelmente auxiliadas pela presença de fluidos devidos às reações de desidratação das encaixantes.

xantes.

Evans e Trommsdorff, 1970 (modificado por Winkler, 1974) apresentam uma seqüência de reações de rochas ultrabásicas dos Alpes Centrais, em metamorfismo progressivo, as quais podem servir de base para o estabelecimento dos eventos retrometamórficos em estudo (Fig. 1). Assim, a reação: tremolita + forsterita = 5 enstatita + 2 diopsídio +  $H_2O$ , cuja curva de equilíbrio varia de  $750^{\circ}C$  (à pressão de fluido de 1Kb) a  $780^{\circ}C$  (à pressão de 3Kb) explicaria, em condições de metamorfismo retrógrado, o desaparecimento do diopsídio e o aparecimento da tremolita, a qual coexistiria com forsterita e enstatita, esta inicialmente em excesso sobre o diopsídio.

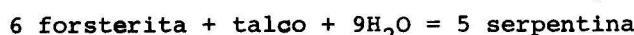
Trommsdorff e Evans, 1974 (Fig. 2) mostram que cloritas magnesianas, (também presentes nas rochas de Ipanema), podem formar-se em porções aluminosas das ultrabásicas e que, nestas condições, em rochas períticas, a sillimanita é estável.

As associações minerais atualmente presentes nas rochas ultramáficas sugerem outras reações compatíveis com a diminuição da temperatura (reações retrometamórficas) na presença de fase fluida ( $H_2O$ ).

O aparecimento de talco deve ter ocorrido abaixo de  $650^{\circ}C$  (e acima de  $500^{\circ}C$ ) com a transformação de enstatita em antofilita e desta em talco (reações (a) e (b), segundo os autores citados) ou talvez através da transformação direta de enstatita em talco + forsterita (reação (c)):

- (a) 9 enstatita +  $H_2O$  = antofilita + forsterita
- (b) 5 antofilita +  $4H_2O$  = 9 talco + 4 forsterita
- (c) 5 enstatita +  $H_2O$  = talco + forsterita

A formação de serpentina deve ter ocorrido abaixo de  $500^{\circ}C$  às expensas de forsterita e talco, conforme a reação:



Antigorita pode ter se formado a temperaturas de até  $580^{\circ}C$ .

A serpentinização atingiu também a enstatita e a tremolita, conforme atestam os veios de serpentina que cortam e substituem esses minerais.

As considerações acima concordam com as evidências texturais e mineralógicas e refletem, em grande parte, a seqüência de fenômenos que devem ter ocorrido. Estes fenômenos podem inclusive ter tido alguma influência na concentração inicial de níquel, visto que este concentra-se, em relação ao magnésio, em reações que envolvem hidratação.

### 3. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELI, N. - 1979 - Geologia da Região de Ipanema - MG. Unifor Geol. , 1 (1): 1-10.

ANGELI, N., RODRIGUES, E.P. - 1980 - Pesquisa de níquel em parte da região centro leste do Estado de Minas Gerais. A ser publicado nos Anais do XXXI Congr. Bras. de Geologia.

EVANS, B.W., TROMMSDORFF, V. - 1970 - Regional metamorphism of ultramafic rocks in the Central Alps: Paragenesis in the system  $CaO-MgO-SiO_2$   $H_2O$ . Schweiz. Min. Petr. Mitt., 50: 481-492.

IUGS, Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks - 1973 - Classification and nomenclature of plutonic rocks. Geotimes, 18: 26-30.

TROMMSDORFF, V.; EVANS, B.W. - 1974 - Alpine metamorphism of peridotitic rocks. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 54: 333-352.

WINKLER, H.G.F. - 1974 - Petrogenesis of metamorphic rocks, 4<sup>a</sup> ed., New York-Berlin, Springer - Verlag, 334pp.

WYLLIE, J.P. - 1967 - Petrogenesis of ultramafic and ultrabasic rocks - a review, in Wyllie, J.P. (ed.), Ultramafic and Related Rocks, New York; 403-415.

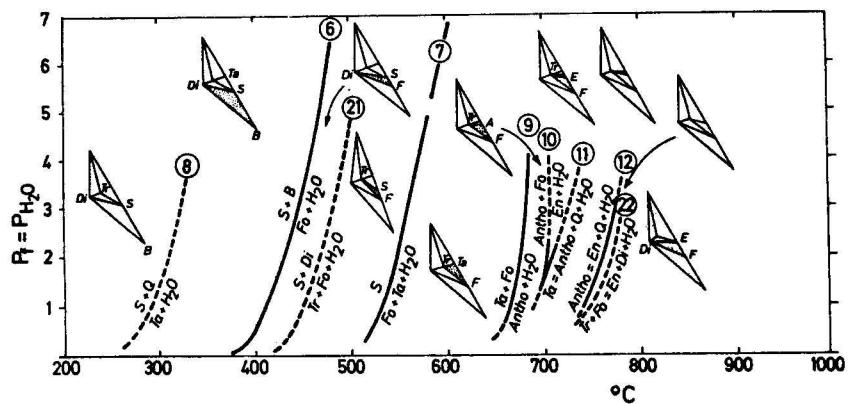


FIG. 1 - Seqüência de reações metamórficas em serpentinitos. (Segundo Evans e Trommsdorff, 1970); modificado por Winkler, 1974).

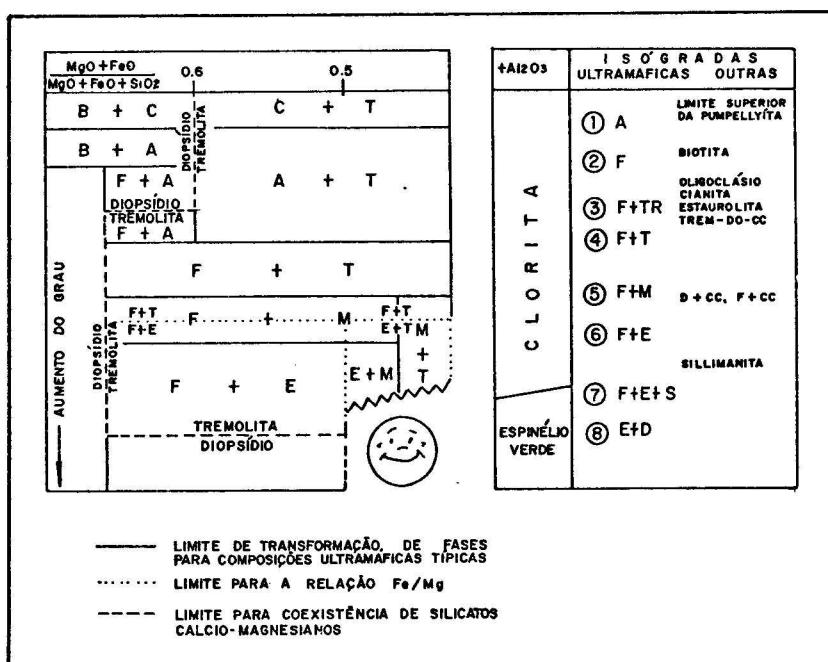
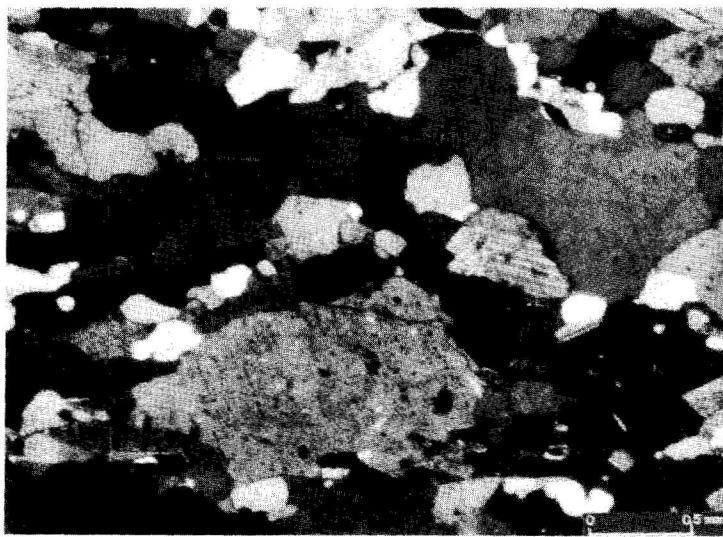
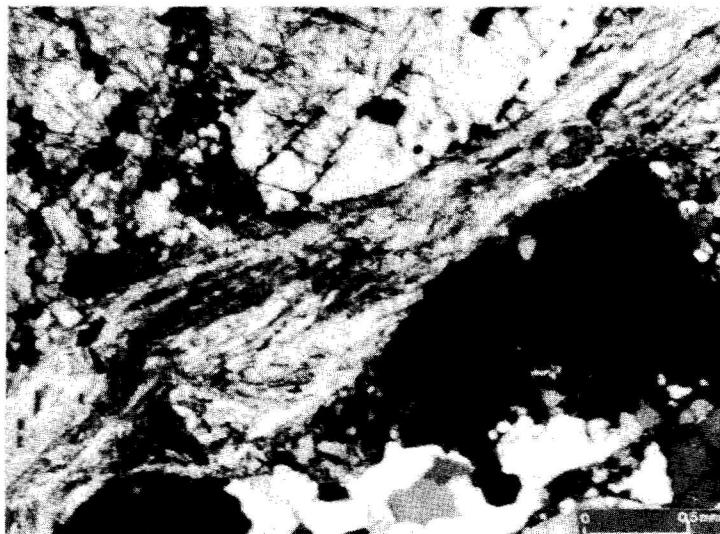


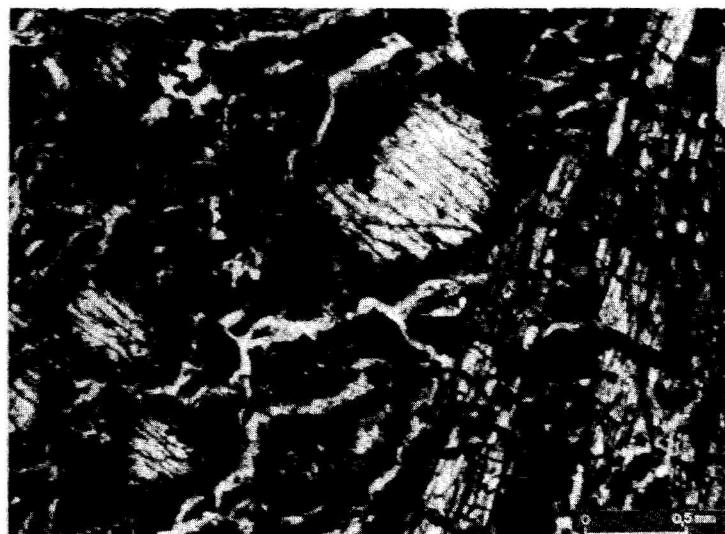
FIG. 2 - Assembléias minerais em rochas metamórficas peridotíticas. Abreviações: A = antigorita, B = brucita, C = crisotila, lizardita, CC = calcita, D = diopsídio, DO = dolomita, E = enstatita, F = olivina, M = magnesiocumingtonita/antofilita, S = espinélio, T = talco, TR = tremolita. (Segundo Trommsdorff e Evans, 1974).



Fotomicrografia 1 - Nicôis cruzados. Biotita gnaise. Oligoclásio antipertítico; quartzo; biotita titanífera.



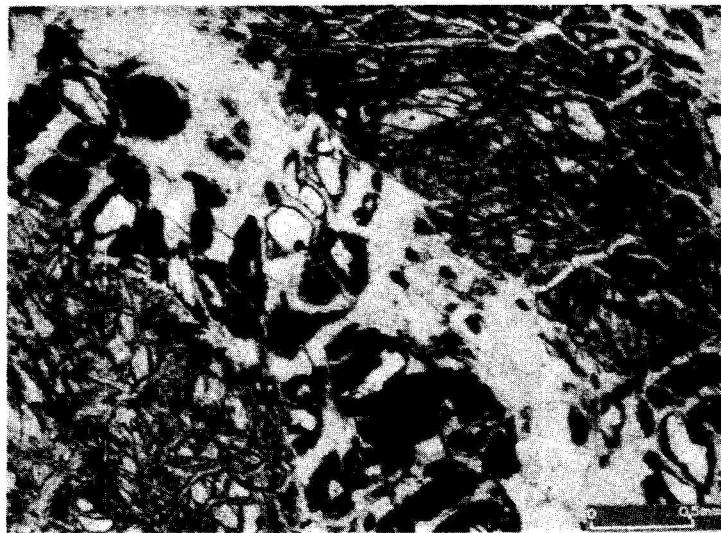
Fotomicrografia 2 - Nicôis cruzados. Gnaisse catáclastico. Aspecto de cristal de sillimanita (diagonal da foto) parcialmente substituído por sericita.



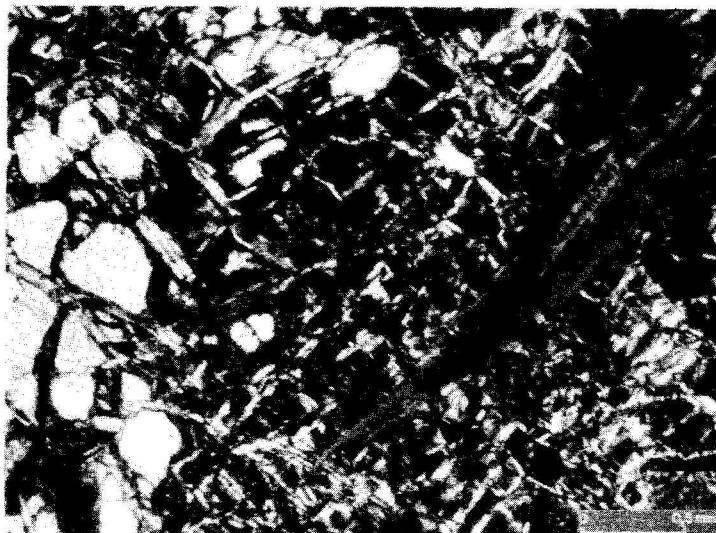
Fotomicrografia 3 - Nicóis paralelos. Dunito serpentinizado. Porfiroblastos alongados de anfibólio (tremolita-actinolita) e cristais de olivina, em matriz serpentínica. Notar a substituição de anfibólio por serpentina, em microfraturas.



Fotomicrografia 4 - Nicóis paralelos. Harzburgito serpentinizado. À direita da foto, cristais de olivina são parcialmente substituídos por serpentina. À esquerda, cristais de ortopiroxênio alteraram-se em talco e clorita.



Fotomicrografia 5 - Nicôis paralelos. Harzburgito serpentinizado. Aspecto de serpentinização relacionada à presença de banda olivínica (diagonal - da foto). Nas bandas ricas em ortopiroxênio esteatitização e cloritização são mais intensas.



Fotomicrografia 6 - Nicôis cruzados. Harzburgito serpentinizado. Serpentina, de geração tardia, preenche fratura em zona olivínica previamente serpentinizada. À esquerda da foto, cristais de olivina menos alterados.