NÃO CIRCULA

MARCOS AURÉLIO FARIAS DE OLIVEIRA

ROCHAS CHARNOCKÍTICAS DA REGIÃO DE
SÃO JOSÉ DO RIO PARDO,
SÃO PAULO

DEDALUS - Acervo - IGC

30900009062

Trabalho de mestrado apresentado à Cadeira de Petrologia da
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da
Universidade de São Paulo

Realizado com auxílio do Conselho Nacional de Pesquisas

Í N D I C E

	página
I - INTRODUÇÃO	1
II - GENERALIDADES SOBRE CHARNOKITOS	1
II - 1 - NOMENCLATURA	2
II - 2 - PROBLEMA DA COLORAÇÃO	4
II - 3 - MINERALOGIA	5
II - 4 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A GÊNESE	6
III - PETROGRAFIA DE ALGUMAS ROCHAS CHARNOKÍTICAS DA REGIÃO DE SÃO JOSÉ DO RIO PARDO	8
IV - RESUMO	11
V - BIBLIOGRAFIA	11

ROCHAS CHARNOCKÍTICAS DA REGIÃO DE SÃO JOSÉ DO RIO PARDO, SÃO PAULO

I - INTRODUÇÃO

Em levantamento geológico por nós levado a efeito na região situada entre os municípios de São José do Rio Pardo e Divinolândia, Estado de São Paulo (Figura 1), no início do ano de 1968, evidenciamos a existência, em diversos pontos desta área, de rochas pertencentes à série dos charnockitos e que ocorrem intimamente associadas a granulitos, granitos, biotita-granada gnaisses e gnaisses dioríticos e granodioríticos. Na ocasião foram coletadas diversas amostras, que posteriormente foram laminadas e estudadas petrograficamente, confirmando as anotações de campo. Os estudos ao microscópio revelaram rochas constituídas de quartzo, plagioclásio, microclínio, perfitas e antiperfitas, hiperstênio, diopsídio, hornblenda e biotita e que podem ser classificadas como membros da série charnockítica.

Ebert e Gouçaves (1968) referem-se a rochas charnockíticas que ocorrem na parte leste do Estado de São Paulo (São José do Rio Pardo e Socorro), como sendo de origem metamórfica, com fortes deformações e pertencendo à fácies metamórfica de tipo granulítico de temperatura moderada (possuem microclínio ao invés de ortoclásio). Geralmente estão associadas a gnaisses ditos kinzigíticos (quartzo + feldspato potássico + plagioclásio + granada + biotita).

No presente trabalho abordaremos inicialmente problemas ligados aos charnockíticos de modo geral, para em seguida discorrer sobre a petrografia de algumas ocorrências destas rochas localizadas na área acima mencionada.

II - GENERALIDADES SOBRE CHARNOCKITOS

O termo charnockito foi empregado pela primeira vez na literatura geológica por Sir Thomas Holland (1893) em honra a Job Charnock, cujo túmulo foi construído com a utilização de um hiperstênio-granito estudado por Holland. Porém, somente em

Figura nº 1

1900, quando da publicação de seu trabalho sobre as rochas ricas em hiperstênio da Península Indiana, é que a denominação "série charnockítica" tornou-se definitiva para rochas deste tipo. Nesse trabalho ele define charnockito como um hiperstênio-granito formado de quartzo, microclínio, hiperstênio e acessórios metálicos dentro da série charnockítica. Esta série seria representada por um grupo de rochas geneticamente ligadas ao charnockito e que variariam desde, charnockitos ácidos a piroxenitos ultrabásicos e caracterizar-se-iam por uma textura granulítica equigranular e pela presença constante de piroxênio ortorrômbico, altamente pleocróico muito próximo do hiperstênio.

Sir Thomas Holland dividiu a série charnockítica em termos ácidos, intermediários, básicos e ultrabásicos, ficando os charnockitos, por ele definidos, restritos ao primeiro grupo. Entretanto, os diversos autores, que desde então têm estudado rochas semelhantes, fazem uso indiscriminado dos termos da série e denominações como charnockitos básicos ou intermediários são comuns na literatura relacionada.

Quando em 1900, Holland lançou seu trabalho sobre as rochas da Península Indiana, imaginava que os membros ricos em hiperstênio por ele descritos fossem específicos daquela região da Índia. No entanto, desde então, grande número de ocorrências semelhantes têm sido descritas por diversos autores universalmente, com novas classificações e novas hipóteses sobre sua gênese.

II - 1 - Nomenclatura

Subramaniam (1959) estudou novamente a área tipo, nas proximidades de Madras, introduzindo algumas modificações com relação ao trabalho de Holland. O citado autor, reexaminando um fragmento da rocha do túmulo de Job Charnock, encontrou, além do hiperstênio, quartzo, feldspato (microperitita) e metálicos, grãos de granada vermelha. As observações de campo mostraram também, que a granada está presente em grande parte das rochas da sequência charnockítica, em quantidades variáveis. Em vista deste resultado, Subramaniam redefiniu charnockito como "uma rocha formada por hiperstênio, quartzo e feldspato, com ou sem granada, caracterizada por feldspato azul esverdeado e quartzo azul acinzentado, sendo microperitita o feldspato dominante".

Ainda nêsse trabalho, êle sugere o emprego da denominação "série charnockítica" para as rochas agrupadas como "ácidas" e que classificou nos seguintes tipos distintos:

- 1 - Charnockito
- 2 - Enderbito
- 3 - Hiperstênio quartzo sienito
- 4 - Alaskito

Charnockitos, enderbitos e hiperstênio quartzo sienitos apresentam, invariavelmente, ortopiroxênio que em alguns casos é total ou parcialmente substituído por granada, de modo a existirem termos sômente hiperstênicos, termos granatíferos e termos portadores de ambos os minerais. O alaskito constitui um granito que não apresenta nenhum mineral máfico e que passa gradativamente a charnockitos granatíferos ou não.

Os enderbitos são bastante comuns na área estudada, por Subramaniam, sobrepondo-se muitas vêzes aos próprios charnockitos. Para êste tipo de rocha contamos com a definição de Tilley (1936): "enderbito é um membro ácido da série charnockítica, caracterizado por piroxênio rômboico, no qual o plagioclásio (antipertita) é o feldspato essencial".

Subramaniam descreve ainda, dentro da área tipo estudada, outras unidades de rochas associadas à série charnockítica e que denomina sequência de rochas híbridas, correspondendo à divisão intermediária de Holland (1900), resultantes da interação do magma que deu origem aos charnockitos, com os piroxênio granulitos regionais.

Quensel (1951) em seu trabalho sobre a série charnockítica do distrito de Varberg, Suécia, divide a sequência charnockítica em termos básicos, intermediários e félsicos associados a granitos aplíticos e rochas híbridas constituídas pelos granitos aplíticos e pelos termos félsicos da sequência charnockíticas.

Cooray (1962), estudando as rochas charnockíticas do Ceilão, utiliza em seu trabalho os termos ácido, intermediário e básico para os diversos membros da série dos charnockitos, acrescentando que os mesmos são em quase todos os aspectos idênticos aos da localidade tipo, em Madras, Índia; constitui a principal diferença a presença de microclínio nas rochas do Ceilão. Ainda no mesmo trabalho, Cooray faz referência a certas rochas muito semelhantes aos charnockitos e intimamente associadas a êles no campo, porém com muito pouco or-

topiroxênio, que se apresenta muito alterado. São gnaisses verde acinzentados, ricos em biotita e granada os quais ele denomina "biotita gnaisses charnockíticos".

II - 2 - Problema da coloração

A coloração escura apresentada pelos charnockitos de todas as partes do mundo tornou-se uma das feições particularmente enigmáticas destas rochas. Nos termos ácidos da região de Madras, (Howie, 1964) a cor escura, pardo esverdeada, é tão intensa que nenhum mineral ferromagnesiano pode ser distinguido do quartzo ou feldspato megascópicamente. Esta propriedade associada à presença constante de piroxênio ortorrômbico constitui um dos aspectos mais característicos da série dos charnockitos..

Nesse trabalho, Howie diz ter reconhecido em muitas amostras de charnockitos a presença, em secção delgada, de pequenos veios de um material verde amarelado. Estes veios são descontínuos, cortam dois ou três grãos de minerais e em seguida seguem pelo seu limite, para novamente penetrarem em grãos de quartzo, feldspato ou ortopiroxênio (Howie, 1955).

Este mesmo autor, em um trabalho posterior (1963) relata os resultados que obteve, quando colocou fragmentos da rocha dentro de uma solução de ácido clorídrico aquecido, durante algumas horas. As amostras, ao serem retiradas da solução, apresentavam-se mais claras, semelhantes a granitos normais, tendo os veios esverdeados desaparecido. Análises químicas efetuadas nestes charnockitos antes e depois de descoloração revelaram que, para as rochas da região de Madras, a maior perda foi de ferro total. Baseado nestes dados, Howie admite estar a coloração escura dos charnockitos ligada à presença destes pequenos veios amarelo esverdeados, disseminados pelas rochas, e concentrados principalmente nos feldspatos.

Quanto à natureza do material que preenche os veios pode-se apenas afirmar que se trata de mineral de birrefringência considerável e com ângulos de extinção variáveis (Howie, 1964).

Outros autores tentam explicar a cor escura característica dos charnockitos pela presença de inclusões muito finas, dentro dos grãos de feldspato. O material incluído é de difícil reconhecimento, devido à suas dimensões submicroscópicas, mas tem-se presumido tratar-se de biotita ou rutilo (Rama Rao, 1945).

II - 3 - Mineralogia

De uma maneira geral os seguintes minerais constituem as rochas componentes da série charnockítica; quartzo, plagioclásio, antipertita, micropertita, feldspato potássico (microclínio ou ortoclásio), ortopiroxênio (hiperstênio). Podem aparecer também clinopiroxênio, granada, hornblenda e biotita. Como minerais acessórios estão comumente presentes apatita, zircão, ilmenita, titanomagnetita e pirrotita.

Quartzo

O quartzo nestas rochas é azulado ou cinza azulado. Em seção delgada apresenta forte extinção ondulante. Esta pode ser devida a uma ressoldagem de pequenos grãos em placas maiores (Subramaniam, 1959), o que talvez possa explicar a cor azulada deste mineral, através de um efeito óptico, causado pela dispersão da luz incidente sobre os pequenos grãos ressoldados.

Feldspato

O plagioclásio presente nos charnockitos possui composição que varia de oligoclásio a labradorita, sendo mais comum o termo andesina sódica: An_{35} . Nas rochas intermediárias e ácidas ele é fortemente antipertítico; nos demais termos a antipertita está ausente e o plagioclásio apresenta geminados simples segundo a lei da albita.

Quanto ao feldspato potássico, o termo mais comum é o microclínio micropertita, geralmente um microclínio intermediário que mostra dupla geminação albita-periclínio bem pouco nítida. Em muitas regiões, porém, o ortoclásio aparece como feldspato potássico típico. Denominações como "hair perthites", pertitas semelhantes a fios de cabelo "flame perthites", em forma de chama, mesopertitas, contendo quantidades iguais de ortoclásio e plagioclásio, são comuns na literatura versando sobre charnockitos.

Ortopiroxênio

A presença de ortopiroxênio é uma característica constante para todas as rochas da série charnockítica. Sua composição varia entre hiperstênio e eulita passando por ferrohiperstênio. Para os charnockitos o termo mais comum é o hiperstênio ou ferro hiperstênio magnesiano, enquanto que os nos enderbites e rochas de aci-

dez intermediária predomina o ferrohiperstênio ou a eulita (Howie, 1964). Uma feição notável destas rochas é o pleocroismo moderado a muito forte evidenciado por todos os ortopiroxênios, com α rosa salmão-típico, β rosa amarelado e γ verde azulado pálido. Segundo Howie (1963), a intensidade deste pleocroismo não é controlada pela razão Fe/Mg, mas pode ser tentativamente correlacionada com as dimensões da cela unitária e com a entrada de quantidades apreciáveis de alumínio para a posição do octaedro na estrutura, substituindo os íons maiores de Mg e Fe^{2+} .

Clinopiroxênios

Nos piroxenitos e granulitos básicos o clinopiroxênio está presente juntamente com o ortopiroxênio. Sua composição varia entre os termos diopsídio e augita. Apresenta um leve pleocroismo, que normalmente é mais fraco que o dos ortopiroxênios.

Hornblenda e Biotita

Embora hornblenda e biotita estejam normalmente ausentes nos charnockitos, pequenas quantidades deste mineral podem ocorrer. A biotita é do tipo comum, com proporções apropriadas de álcalis e de (OH, F). As hornblendas apresentam coloração pardo-esverdeada e são moderadamente aluminosas (Howie, 1964).

II - 4 - Considerações sobre a gênese

Em seu trabalho sobre a série charnockítica da região de Madras, Índia, Holland (1900) concluiu que os charnockitos são rochas magmáticas; pensava ele, então, que tais rochas fossem exclusivas da Península Indiana, o que, no entanto, não se comprovou, pois em todo o mundo foram reconhecidas e descritas diversas ocorrências, associadas principalmente a granulitos dentro dos antigos complexos Pré-Cambrianos. Contrariando a conclusão de Holland, Groves, (1935), Quensel (1951), Eskola (1957), Cooray (1962), Howie (1964 e 1965) e outros apresentaram teorias genéticas diferentes, mas que concordam, de um modo ou de outro, em que os charnockitos são de origem metamórfica.

Segundo Winkler (1965), não há dúvida quanto à existência de hiperstênio granulitos magmáticos não metamorfizados, pois são conhecidas ocorrências desta rocha na Austrália central e na Índia,

onde formam grandes massas intrusivas. Entretanto uma evolução metamórfica a partir de rochas sedimentares ou magmáticas parece ser bem mais freqüente.

Subramaniam (1959), em seu trabalho referente à reinterpretação da série charnockítica da área tipo, próximo a Madras, admite uma origem magmática para estas rochas. Para explicar tal origem ele indica uma série de evidências: 1) As rochas apresentam feldspato mesoperitítico que indica consolidação a temperaturas magmáticas, 2) Da mesma forma o alto teor de bário do feldspato potássico também indica alta temperatura de formação. 3) Alguns ortopiroxênios mostram estrutura lamelar, enquanto que outros exibem inclusões tipo "schiller", o que geralmente é característico de ortopiroxênios ígneos. 4) As rochas da série charnockítica possuem inclusões dos piroxênio-granulitos mais antigos. 5) A ausência de anfibólios indica consolidação em temperaturas muito elevadas.

Para Howie (1964 e 1965) que visitou a região de Madras, as rochas da série charnockítica cristalizaram-se ou recristalizaram-se sob as condições de facies granulito. As rochas alcançaram este estado independentemente do seu modo de origem, como sedimentos, como rochas ígneas ou como rochas metamórficas pré-existentes. Para o caso particular da área de Madras, os estudos químicos realizados eliminaram a hipótese de uma origem sedimentar para o material inicial, sendo mais provável que este seja de natureza magmática. Contrariando Subramaniam, Howie acredita que os termos ácidos, intermediários e básicos podem ser geneticamente relacionados, baseado nos fatos de que o pleocroísmo e cor dos ortopiroxênios, a aparência arredondada dos piroxênios e a textura de exsolução são comuns para toda série.

Quanto às condições de formação, Winkler (1965) admite que tanto para os charnockitos magmáticos como para os metamórficos a temperatura de origem foi muito alta, semelhante àquela dos granulitos (pode atingir até 800°C) e a quantidade de fase fluida de H₂O muito baixa, com pressões certamente altas a muito altas.

III - PETROGRAFIA DE ALGUMAS ROCHAS CHARNOCKÍTICAS DA REGIÃO DE SÃO JOSÉ DO RIO PARDO

Os dados petrográficos ora fornecidos representam o estudo macroscópico e microscópico de nove amostras de rochas charnockíticas coletadas na região de São José do Rio Pardo. A localização destas amostras é fornecida no mapa da Figura 1.

Os exemplares estudados apresentam coloração escura em tons que variam de cinza esverdeado claro até cinza esverdeado escuro. A granulação em geral é média (1 a 5mm), com grãos de dimensões milimétricas a centimétricas.

A estrutura é do tipo **granulítica** com faixas compostas por feldspato e quartzo, as mais espessas e de granulação mais grosseira alternadas com outras mais finas enriquecidas de minerais máficos.

A textura destas rochas é granoblástica (Foto micrografia 1); muitas vezes os grãos de quartzo e feldspato são equidimensionais e xenomórficos, constituindo um mosaico, onde se espalham os grãos de ortopiroxênio e acessórios. Nas amostras mais deformadas e orientadas, entretanto, o quartzo apresenta-se alongado paralelamente à orientação, constituindo faixas distintas. Neste caso, o mineral exibe extinção ondulante e fraturamento, comum também aos demais minerais, principalmente plagioclásio e feldspato potássico pertitizado. Tais sinais de deformação, presentes em todas as amostras, indicam que as rochas desta área estiveram submetidas à ação de esforços consideráveis após sua formação.

De um modo geral, a composição mineralógica das rochas em questão é a seguinte: quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, pertita, antipertita, mirmequita, ortopiroxênio, clinopiroxênio, hornblenda, biotita, os acessórios comuns apatita, opacos e zircão e minerais de alteração, clorita e serpentina. A análise modal das amostras encontra-se na Tabela I. Pode-se notar que apenas um dos termos (MO-20) tem caráter mais básico; os demais parecem ser todos ácidos.

O feldspato potássico dos charnockitos é um termo mais próximo do ortoclásio que do microclínio. Há evidências de geminação em grade, porém bastante incipiente, indicando a baixa triclinicidade deste mineral. Acha-se intensamente pertitizado, chegando algumas amostras a conter mais de 50% de pertita na análise

TABELA 1 - ANÁLISES MODAIS DAS AMOSTRAS ESTUDADAS

	MO-20	MO-31-B	MO-43	MO-47	MO-48-B	MO-48-C	MO-50	MO-89-B	MO-89-C
Quartzo	7,9	22,9	7,7	11,2	15,3	8,8	16,7	15,9	23,6
Feldspato potássico	2,9	4,0	3,4	3,7	3,7	2,4	2,2	0,4	-
Plagioclásio	60,9	26,6	35,3	27,0	18,7	13,7	22,3	17,6	19,6
Pertita	2,2	25,9	40,0	40,1	37,1	42,7	36,0	53,7	48,3
Antipertita	-	7,1	0,9	2,4	8,4	19,9	9,3	1,0	0,9
Mirmequita	-	1,3	3,3	2,7	5,0	3,4	3,0	2,7	2,6
Ortopiroxênio	8,8	3,3	6,3	6,1	3,3	1,9	1,8	1,1	1,4
Clinopiroxênio	4,8	-	0,3	1,9	3,7	2,2	1,9	0,7	-
Hornblenda	8,0	4,1	-	0,4	0,9	0,6	3,0	4,4	p
Biotita	1,4	2,0	-	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Apatita	0,5	0,4	0,4	1,2	1,6	0,1	0,5	0,4	0,2
Opacos	2,6	2,4	2,3	3,1	3,0	4,1	2,8	1,9	1,3
Zircão	-	-	-	p	p	p	p	-	p
Material de alteração	-	-	0,1	-	-	-	0,2	-	1,7

modal (MO-89-B). Este intercrescimento apresenta-se comumente na forma de "hair perthite", passando às vezes, a uma mesopertita, quando o plagioclásio iguala-se ao hospedeiro em volume. Eskola (1957) considera a mesopertita como indicativa de altas temperaturas de formação.

O plagioclásio varia de oligoclásio a andesina, isto é de An_{16} para a amostra MO-43 a An_{32} para a amostra MO-20. O termo mais comum é o oligoclásio An_{23} . Em muitos casos, o plagioclásio é bastante antipertítico (Fotomicrografia 2), mas de modo geral o indivíduo puro predomina; quando a antipertita está presente, a quantidade de feldspato potássico é pequena em relação ao plagioclásio hospedeiro. Nos termos mais ácidos a geminação albita é bem pouco comum.

Mirmequita é outra forma de demistura encontrada nestas rochas. Aparece em pequenas quantidades em todas as amostras, à exceção da MO-20, que é a mais básica; ocorre normalmente entre grãos de quartzo e pertita.

O ortopiroxênio nas rochas de São José do Rio Pardo varia entre hiperstênio e ferrohiperstênio. As medidas do índice de refração indicam porcentagens da molécula de ferrossilita situadas entre 45%, para $N_x = 1,720$ e 70% para $N_x = 1,750$. A primeira medida foi feita para o hiperstênio da amostra MO-20 e a segunda para o ferrohiperstênio da MO-47. Este último é mais intensamente pleocróico, com γ verde pálido, β róseo pardo e α róseo pálido. Frequentemente o ortopiroxênio está alterado em um produto verde amarelado, um filossilicato fibroso, pleocróico de média birrefringência (Fotomicrografia 3).

Diopsídio é o clinopiroxênio encontrado nestas rochas, normalmente em quantidades inferiores a 2%. Apenas a amostra MO-20, mais básica apresentou teores próximos a 5%.

Hornblenda e biotita ocorrem também, em pequenas quantidades, nas rochas charnockíticas por nós estudadas. Às vezes constituem cristais isolados em meio aos demais minerais, mas é comum estarem associados ao clinopiroxênio ou ortopiroxênio, parecendo ser o resultado da alteração destes. Howie (1964) diz que a presença de biotita e hornblenda em rochas deste tipo indica que elas estiveram submetidas a um metamorfismo de caráter regressivo ou que se encontram alteradas.

Um aspecto interessante, revelado durante o estudo microscópico constitui a existência de veios de coloração verde ou amarelada (Fotomicrografia 4), que cortam os grãos de quartzo, pertita, plagioclásio e ortopiroxênio, geralmente preenchendo fraturas. O material que preenche as vênulas é de difícil identificação e suas características estão próximas àsquelas indicadas por Howie (1964) e já mencionadas anteriormente. Em alguns pontos tem-se a impressão de que este material verde é proveniente da decomposição do ortopiroxênio não só pela continuidade das fraturas até a zona de alteração do piroxênio como também pela similaridade de cor e outras propriedades ópticas dos materiais, ocorrendo em vênulas e zona de alteração. De qualquer modo, a presença destas vênulas parece ser responsável pela coloração verde intensa, característica das rochas charnockíticas.

IV - RESUMO

Em levantamento geológico recentemente realizado, foi constatada a ocorrência de rochas charnockíticas na área situada entre São José do Rio Pardo e Divinolândia, Estado de São Paulo. Estudos petrográficos levados a efeito em nove amostras evidenciaram uma estrutura granulítica e uma textura granoblástica. Os minerais componentes essenciais são quartzo, pertita, oligoclásio e ortopiroxênio (hiperstênio a ferrohiperstênio).

Na primeira parte do trabalho são tecidas considerações gerais sobre nomenclatura, coloração, mineralogia e gênese das rochas charnockíticas. Em seguida são apresentadas descrições petrográficas das amostras coletadas.

V - BIBLIOGRAFIA

- COORAY, P. G. - 1962 - Charnockites and their associated gneisses in the Pre-Cambrian of Ceylon - Quart. Journ. Geol. Soc. London, v. 118, pp 239-273.
- EBERT, H. e GONÇALVES, N. M. - 1968 - Estudos Recentes Sobre Rochas Charnockíticas - XXII Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte; Resumo das Comunicações, pp 113-115.
- ESKOLA, P. - 1957 - On the mineral facies of charnockites - Madras Univ. Journ., B. 27, pp 101-119.

- GROVES, A. W. - 1935 - The charnockite series of Uganda, British East Africa - Quart. Journ. Geol. Soc. London, v. 91, pp 150-207.
- HOLLAND, T. H. - 1893 - The petrology of Job Charnock's tombstone - Journ. Asiatic. Soc. Bengal, v. 62, pp 162-164.
- HOLLAND, T. H. - 1900 - The charnockite series, a group of Archean hypersthene rocks in peninsular India - Mem. Geol. Surv. India, v. 28, pp 119-249.
- HOWIE, R. A. - 1955 - The geochemistry of the charnockite series of Madras, India - Trans. Roy. Soc. Edinburgh, v. 62, pp 725-768.
- HOWIE, R. A. - 1963 - Charnockites and their colour - Geol. Soc. India, Proc. Hyderabad Charnockite Symposium (abstract).
- HOWIE, R. A. - 1964 - Charnockites - Sci. Progress, v. 52, pp 622-644.
- QUENSEL, P. - 1951 - The charnockite series of the Varberg district on the south-western coast of Sweden, - Arkiv. Min. Geol., v. 1, pp 227-332.
- RAMA, R. B. - 1945 - The charnockitic rocks of Mysore (Southern India) - Mysore Geol. Dept. Bull., 18.
- SUBRAMANIAM, A. P. - 1959 - Charnockites of the type area near Madras - a reinterpretation - Amer. Journ. Sci., v. 257, 321-53.
- TILLEY, C. E. - 1936 - Enderbite, a new member of the Charnockite series - Geol. Mag., v. 73, pp 312-316.
- WINKLER, H. G. F. - 1965 - Petrogenesis of Metamorphic Rocks - Springer-Verlag-Berlin.

Singh

Parras

Guimarães

Fotomicrografia 1 - Textura granoblástica apresentada pelas rochas charnockíticas estudadas. (Nícois cruzados, x 25).

Fotomicrografia 2 - A antipertita aparece em quase tôdas as amostras, sendo mais comum na MO-48-C. (Nícois cruzados, x 32).

Fotomicrografia 4 - Veios de coloração verde amarelada que cortam cristais de perilita e plagioclásio, preenchendo fraturas. (Nicolis paralelos. x 45).

Fotomicrografia 3 - Cristais de ortopiroxênio alterados a um produto verde amarelado. (Nicolis paralelos, x 42).