

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ESTUDO DA FUSÃO DE ROCHAS MÁFICAS PORTADORAS DE
HORNBLENDA NA FÁCIES GRANULITO, EXEMPLO DO
ANFIBOLITO CAFELÂNDIA, COMPLEXO BARRO ALTO, GO**

Roberta Pisanelli Lima

Orientador: Prof. Dr. Renato de Moraes

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia

SÃO PAULO
2011
(Versão corrigida)

Resumo

O anfibolito Cafelândia faz parte da Sequência Serra da Malacacheta, Complexo Barro Alto, GO. Por ser rocha com bandamento composicional bem definido, o anfibolito tem sido interpretado como produto de metamorfismo de gabro acamadado. Entretanto, uma das feições que esse bandamento composicional apresenta é a presença de veios de leucossoma paralelos à foliação da rocha. O contato transicional entre o anfibolito e alguns dos veios de leucossoma indicam que os veios foram formados por fusão *in situ*. O objetivo do presente trabalho é investigar o processo de fusão que afetou a rocha, utilizando descrições macroscópicas, microscópicas e análises químicas de minerais em diversos contextos texturais.

O bandamento composicional é definido pela variação na proporção modal de hornblenda, plagioclásio, titanita, clinopiroxênio, granada e quartzo. Veios de leucossoma com porfiroblastos de hornblenda, concordantes ou discordantes da foliação são observados reforçando o bandamento. No topo estrutural do anfibolito ocorrem camadas com mais de 70% de hornblenda e outras dominadas por clinopiroxênio e granada. Ortopiroxênio é raro e não é possível ter certeza se os grãos presentes são reliquiares do protolito ígneo ou se são metamórficos. As camadas ricas em granada e clinopiroxênio não ultrapassam espessuras maiores que 5 a 10 cm. Na porção basal do anfibolito a proporção de hornblenda é menor e a proporção de clinopiroxênio e granada maior, ocorrendo ortopiroxênio em alguns afloramentos. Os porfiroblastos de hornblenda do leucossoma são substituídos por clinopiroxênio e rara granada.

Diferenças sutis nas composições dos grãos de hornblenda e clinopiroxênio do anfibolito Cafelândia e do leucossoma ocorrem, mas são mascaradas pela influência da composição da banda na composição dos minerais. De modo geral, a hornblenda no leucossoma é mais rica em Si e Mg do que os grãos da matriz, enquanto o clinopiroxênio do leucossoma é mais rico em Al. Micro-exsoluções no clinopiroxênio do leucossoma também impedem a comparação da sua composição “real” com os grãos da matriz da rocha.

Cálculos termobarométricos foram feitos em amostras do topo e da base estrutural do anfibolito utilizando o termômetro granada-clinopiroxênio e o barômetro granada-clinopiroxênio-plagioclásio-quartzo, além do programa THERMOCALC. A

termobarometria convencional fornece valores $P-T$ menores para temperatura e similares de pressão aqueles calculados com o THERMOCALC e não são muito diferentes dos que já foram calculados previamente, com valores para o topo de 870 °C e 10,9 kbar e para a base de 881 °C e 9,8 kbar. Se quartzo não é usado nos cálculos $P-T$, acréscimo de 2 a 3 kbar ocorre nos resultados.

Os dados $P-T$ calculados são compatíveis ou algo inferiores aos resultados experimentais de fusão de rochas máficas contendo hornblenda, produção de líquido tonalítico e resíduo contendo clinopiroxênio e granada. A presença de hornblenda dentro do leucossoma do topo da unidade pode estar associada com influxo de H_2O no sistema durante a fusão, diferente do que ocorre na base do corpo. É possível que o líquido que se encontrava na porção basal esvai em direção as porções superiores do anfibolito, reidratando a rocha e formando porfiroblastos de hornblenda dentro do leucossoma do topo.

Uma conclusão importante tirada aqui é que o protolito do anfibolito Cafelândia pode ser o anfibolito da base da sequência Juscelândia, sobreposta, e que o bandamento composicional foi gerado por metamorfismo, fusão e segregação/perda do líquido e não por metamorfismo de gabbro acamadado.

Abstract

The Cafelândia amphibolite is part of the Serra da Malacacheta sequence, Barro Alto Complex, GO. As it is a rock with well-defined compositional banding, the amphibolite has been interpreted as a product of metamorphism of layered gabbro. However, a feature that reinforces the banding is the presence of leucosome veins, which are mainly parallel to the rock foliation. The transitional contact between amphibolite and some of the veins of leucosome indicate that the veins were formed by *in situ* melting. The purpose of this study is to investigate the melting process that affected the rock using macroscopic and microscopic descriptions, as well as chemical analysis of minerals in various textural contexts.

The compositional banding is defined by variation in modal proportion of hornblende, plagioclase, titanite, clinopyroxene, garnet and quartz. Veins of leucosome with porphyroblasts of hornblende, concordant or discordant to foliation are observed, reinforcing the banding. At the structural top, layers of amphibolite occur with more than 70% of hornblende and others are dominated by clinopyroxene and garnet. Orthopyroxene is rare and its metamorphic origin cannot be assured, being possible that these grains are relicts of the igneous protolith. The garnet and clinopyroxene rich layers do not exceeding thicknesses greater than 5 to 10 cm. In the basal portion hornblende proportion is much smaller, but clinopyroxene and garnet are larger. Orthopyroxene occurs in some outcrops. The porphyroblasts of hornblende from the leucosome are replaced by clinopyroxene and rare garnet.

Subtle differences in the composition of the of hornblende and clinopyroxene grains in the Cafelândia amphibolite and leucosome occur, but are masked by the influence of the bulk composition of each band in the composition of minerals. In general, the hornblende in the leucosome is richer in Si and Mg than the matrix grains, whereas the leucosome clinopyroxene is richer in Al. Micro-exsolutions in clinopyroxene in the leucosome also hampers the comparison of its "real" composition with the grains of the rock matrix.

Thermobarometric calculations were done on samples from the structural top and bottom of amphibolite, using the garnet-clinopyroxene thermometer and garnet-clinopyroxene-plagioclase-quartz barometer, besides the THERMOCALC. The

conventional thermobarometry provides lower P - T values for temperature and similar pressure to those calculated with the THERMOCALC, and results are not very different from those that have been previously calculated. Results for the top are 870 °C and 10.9 kbar and for the basis 881 °C and 9.8 kbar. If quartz is not used in the P - T calculations, raise of 2 to 3 kbar occurs in the results.

The calculated P - T data are compatible or something lower than the results of experiments for melting of hornblende-bearing mafic rocks with production tonalitic liquid and clinopyroxene and garnet residue. The hornblende-bearing leucosome of the top of the unit may be associated with influx of H₂O in the system during melting, unlike what occurs at the base of the body. It is also possible that the liquid formed in basal portion oozes toward the upper portions of amphibolite, rehydrating it to form the hornblende porphyroblasts within the leucosome.

An important conclusion drawn here is that the protolith of amphibolite Cafelândia can be bottom amphibolite of the Juscelândia sequence, which overly the Cafelândia amphibolite, and that the banding was generated by metamorphism, melting and segregation / loss of melt and not by metamorphism of layered gabbro.

Agradecimentos

Agradeço à FAPESP pelo financiamento do projeto (04/09682-8) e ao CNPq pela bolsa de estágio (135735/2008 4).

Gostaria de agradecer em especial ao professor Renato que, acredito que como poucos, sempre esteve presente, teve muita paciência, foi compreensivo, companheiro e um grande orientador. MUITÍSSIMO obrigada!

Aos professores Gergely Szabó, Mário da Costa Campos e Lucelene Martins pela atenção e incentivo ao longo de todos esses anos. Devo considerar também a ajuda e os conselhos que me foram dados por Emília Schutesky.

Agradeço a todos que contribuíram para a realização desse projeto, principalmente ao Marcos Mansuetto do Laboratório de Microsonda Eletrônica e ao José Paulo do LTA pela ajuda e orientação. Também agradeço aos funcionários da gráfica do Instituto de Geociências por serem atenciosos e prestativos.

Às amigas que estiveram presentes ao longo deste período e também dos outros: Ana Xup's, Ana Treme, Maira Sica, Talita Xoca, vocês são muito queridas e sei que sempre poderei contar com vocês! MUITÍSSIMO obrigada também à Thais Tchitcho e Brenda Kúp's pela força, incentivo, ajuda e companheirismo de todos os momentos. Adoro vocês!

Sala B-9!!! Adorei conhecer vocês: Diana Did's, Felix GG, Leonardo Harry e Pedro Porra, além do nosso veterano de sala Rafael Vivi. Agradeço por todas as conversas geológicas ou não geológicas que rolaram na sala mais divertida do corredor! Pela prestatividade e atenção! Vocês são 10! Muito obrigada!

À minha família pela compreensão e carinho que só ela pode oferecer e em especial ao Rogério Brandi que esteve ao meu lado em todos os momentos! Muito obrigada!

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Caracterização do problema.....	2
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	4
4. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	6
4.1 Faixa Brasília	6
4.2 Complexos máfico-ultramáficos acamadados	8
5. GEOLOGIA LOCAL E DESCRIÇÃO DOS AFLORAMENTOS	13
5.1 Anfibolito Cafelândia e rochas associadas	13
6. PETROGRAFIA DO ANFIBOLITO CAFELÂNDIA	25
a) Topo do anfibolito:	26
b) Base do anfibolito:.....	42
7. QUÍMICA MINERAL	54
7.1 Introdução	54
7.2 Química mineral do anfibolito Cafelândia.....	57
7.3 Anfibólio – Hornblenda	59
7.4 Granada.....	66
7.5 Piroxênio.....	72
7.6 Plagioclásio	80
8 METAMORFISMO E FUSÃO	87
8.1 Introdução – Geotermobarometria.....	87
8.2 Metamorfismo e fusão de rochas máficas.....	88
9 DISCUSSÕES E CONCLUSÃO.....	98
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

Índice de figuras

Figura 1: Mapa de localização e acesso a Goianésia.....	4
Figura 2: Unidades tectônicas da Faixa Brasília.	7
Figura 3: Mapa geológico do cinturão granulítico.	8
Figura 4: Comparativo das colunas estratigráficas/estruturais dos três complexos.	10
Figura 5: Complexo Barro Alto.....	12
Figura 6: Mapa geológico esquemático da Sequência Juscelândia e parte do Complexo Barro Alto, incluindo o anfibolito Cafelândia, na região de Goianésia.	15
Figura 7a e 7b: Classificação geral dos anfibólios das análises de hornblenda do anfibolito Cafelândia.	62
Figura 8: Gráfico de troca tschermak dos grãos de hornblenda.	65
Figura 9: Gráfico de Ti vs. Mg dos grãos de hornblenda do anfibolito Cafelândia.	65
Figura 10: Perfis composicionais dos cristais de granada das amostras de topo do anfibolito Cafelândia.	71
Figura 11: Perfis composicionais dos cristais de granada das amostras de base do anfibolito Cafelândia.	72
Figura 12: Perfil composicional do clinopiroxênio do topo envolvendo valores de X_{Mg} , Al^{IV} e Al^{VI}	76
Figura 13: Perfil composicional do clinopiroxênio na base envolvendo valores de X_{Mg} , Al^{IV} e Al^{VI}	77
Figura 14: Gráficos dos vetores de troca mais representativos dos cristais de clinopiroxênio.....	79
Figura 15: Gráficos de perfis composicionais das frações molares do plagioclásio de amostras de topo do anfibolito Cafelândia.	85
Figura 16: Gráficos de perfis composicionais de frações molares dos membros finais de plagioclásio de amostras de base do anfibolito Cafelândia.	86
Figura 17: Diagramas <i>P-T</i> esquemáticos.....	88
Figura 18: Paragênese Hbl-Opx-Cpx-Grt-Líquido.....	97

Índice de tabelas

Tabela 1: Íons mais comuns presentes na crosta da Terra.....	55
Tabela 2: Relação de lâminas e contextos texturais dos grãos de anfibólio.....	61
Tabela 3: Distribuição dos cristais de granada.	67
Tabela 4: Distribuição dos cristais de clinopiroxênio	74
Tabela 5: Distribuição dos cristais de plagioclásio	82
Tabela 6: Fórmulas estruturais dos principais minerais em equilíbrio.....	94
Tabela 7: Temperaturas calculadas para as amostras selecionadas do anfibolito Cafelândia.....	95
Tabela 8: Pressões calculadas para as amostras do anfibolito Cafelândia.	95
Tabela 9: Pressão e temperatura estimados com o THERMOCALC.....	96

Índice de pranchas

Prancha 1 – Topo do anfibolito Cafelândia	17
Prancha 2 – Topo do anfibolito Cafelândia	19
Prancha 3 – Topo do anfibolito Cafelândia	21
Prancha 4 – Base do anfibolito Cafelândia.....	23
Prancha 5 – Base do anfibolito Cafelândia.....	24
Prancha 6 – Topo / Banda rica em hornblenda.....	28
Prancha 7 – Topo / Banda rica em hornblenda.....	30
Prancha 8 – Topo / Banda rica em hornblenda e banda rica em clinopiroxênio	32
Prancha 9 – Topo / Banda rica em clinopiroxênio	35
Prancha 10 – Topo / Banda rica em clinopiroxênio e leucossoma.....	37
Prancha 11 – Topo / Leucossoma.....	39
Prancha 12 – Leucossoma	41
Prancha 13 – Base / Banda rica em hornblenda	44
Prancha 14 – Base / Banda rica em clinopiroxênio	47
Prancha 15 – Base / Banda rica em clinopiroxênio e leucossoma.....	49
Prancha 16 – Base / Leucossoma	51
Prancha 17 – Base / Leucossoma	53

ANEXOS

ANEXO 1 – Análises de química mineral da hornblenda

ANEXO 2 – Análises de química mineral do clinopiroxênio

ANEXO 3 – Análises de química mineral do plagioclásio

ANEXO 4 – Análises de química mineral da granada

1. INTRODUÇÃO

Os granulitos são rochas residuais, geradas através da fusão de protolito com subsequente separação e extração do material fundido (Fyfe, 1973). As paragêneses dos granulitos são constituídas principalmente por minerais anidros, sendo o ortopiroxênio diagnóstico. Essa definição é especialmente verdadeira para rochas ricas em quartzo e com micas (muscovita e/ou biotita), sejam quartzo-feldspáticas ou pelíticas, mas o quadro é diferente para o caso das rochas máficas portadoras de hornblenda. Para associações iniciais anidras, a mineralogia do granulito máfico nas condições da fácies granulito depende da pressão; sendo ortopiroxênio + plagioclásio + clinopiroxênio ± granada a paragênese em pressões intermediárias e clinopiroxênio + quartzo + granada em pressões elevadas, paragênese que marca a transição entre os fácies granulito e eclogito (Green & Ringwood, 1967).

Rochas máficas com hornblenda são comuns em terrenos metamórficos, desde a fácies xisto verde superior, passando pela fácies anfibolito até chegar na fácies granulito e eclogito. Entretanto é questionada a coexistência das fases clinopiroxênio, quartzo, granada e plagioclásio em rochas máficas com hornblenda (Pattison, 2003), pois o quartzo ocorre em baixa proporção modal e deve ser consumido em reações de desidratação ou de fusão antes da hornblenda. Deste modo, em condições mais elevadas de temperatura ($T > 800$ °C), a hornblenda deve entrar em fusão, em presença de água ou não, e produzir resíduo com piroxênio ± granada + líquido silicático, mas sem quartzo no estado sólido (Woff & Wyllie 1993, 1994; Hartel & Pattison, 1996; Pattison, 2003; Lima *et al.*, 2007). Em virtude da menor proporção modal, o quartzo é consumido antes da hornblenda nas reações de fusão, sendo que a hornblenda sofre fusão em intervalo amplo de temperatura, sobrepondo-se ao da fácies granulito. Assim, a presença de hornblenda em granulitos é comum, seja na matriz da rocha ou no leucossoma. Nesse último caso, a presença da hornblenda implica na fusão em presença de água ou através da cristalização tardia direto do líquido saturado ou sub-saturado em água. Em condições de temperaturas elevadas, junto ao leucossoma ocorrem minerais anidros, tais como granada, clino- e ortopiroxênio.

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

