



Variações texturais e mineralógicas nas rochas da formação Quarenta Ilhas: uma mistura de magmas?

M.E. Freitas, E.F.S. Cunha, A.C.R. Nogueira & L.A. Fernandes Filho

Departamento de Geociências, Universidade Federal do Amazonas. Av. Gal Rodrigo Otávio, 3000, Campus Universitário. 69700-770, Manaus, AM. E-mail: monicaef@gmail.com, eisnercunha@ufam.edu.br, anogueira@ufam.edu.br, lfernandes@ufam.edu.br

Abstract The geologic investigations of Pitinga Mine area, in the south Guiana shield, northern Brazil, revealed the occurrence of hybrid magmatic rocks associated to the Quarenta Ilhas sill. This unit is correlate to the 1,7 Gy magmatism, intruded in the siliciclastics deposits of Paleoproterozoic Urupi Formation. The hybrid rock consists in mafic portions composed by clinopyroxene, plagioclase, Fe-Ti oxides involved by a felsic matrix constituted by K-feldspar and quartz compound a micrographic texture. This rock suggests a mixing of mafic and felsic magmas after the deformational events that affected the Urupi basin. During the subsolidus stage of mafic magma the felsic magma was injected generating a magma mixing. The occurrence of this rocks open new perspectives to the understanding of magmatic events in this part of Amazonia.

Keywords: Quarenta Ilhas Sill, hybrid rocks, felsic dykes, magma mixing.

INTRODUÇÃO Magmatismo básico, na forma de diques e sills, ocorre geralmente associado às rochas sedimentares paleoproterozóicas do Escudo das Guianas. Esses diques e sills são utilizados como os principais marcadores de idade desta sedimentação pré-cambriana, considerada como mais velha que 1,7 Ga. Esta idade, obtida para o magmatismo Avanavero intrudido no Supergrupo Roraima, tem sido estendida para outros corpos máficos como a Formação Quarenta Ilhas, aflorante a oeste, na região da hidrelétrica do Pitinga. Esta formação texturalmente descrita como diabásios finos a gabros ocorre intrudida como sills e inúmeros diques nos depósitos silicilásticos da Formação Urupi. A análise textural macroscópicas e petrográfica destas rochas permitiram identificar feições que sugerem uma mistura de magmas máficos e félsicos.

CONTEXTO GEOLÓGICO A Formação Quarenta Ilhas foi inicialmente descrita como um conjunto de sills e diques de rochas máficas, com caráter toleítico, constituídos predominantemente por diabásios e gabros que ocorrem nas rochas sedimentares da Formação Urupi na região do rio Pitinga, extremo oeste da área da Mina do Pitinga, nordeste do estado do Amazonas. A principal estrutura, com expressão regional, com eixo na direção leste-oeste e caimentos para o centro, denominada braquissinclinal do Pitinga, é constituída pelo dobramento das rochas da Formação Urupi. As rochas básicas da Formação Quarenta Ilhas são concordantes com o dobramento, constituindo uma ou mais soleiras. O sill de maior expressão foi denominado de Sill Quarenta Ilhas, com

espessura estimada em 312 metros, que se diferencia para o topo para monzogabros, monzodioritos a quartzo-monzonitos (Veiga Jr *et al.* 1979). Diques máficos que cortam diversas outras unidades litoestratigráficas, a norte e sul da área, tem sido incluídos na unidade Quarenta Ilhas (Costi *et al.* 1984, Faria *et al.* 2002).

A Formação Urupi na área é constituída por arenitos de origem eólica. Embora o contato com as rochas da Formação Quarenta Ilhas não tenha sido observado diretamente, próximo à intrusão, o arenito encontra-se extremamente silicificado, com a sílica preenchendo vênulas e fraturas. Na petrografia foi observada a presença de palhetas bem formadas de sericita, feições que, em conjunto, podem estar indicando um aquecimento dos arenitos encaixantes, durante a colocação do corpo máfico. (Cunha *et al.* 2006). A relação dos sedimentos do Urupi com os corpos máficos é importante para a datação indireta da sedimentação e deformação desta unidade.

O magmatismo básico Quarenta Ilhas tem sido correlacionado com o Avanavero, com idade U-Pb em baddelleyta de 1780 ± 3 Ma (Santos *et al.* 2002). Na região da mina do Pitinga o magmatismo de maior expressão tem caráter ácido, representado pelas rochas vulcânicas do Grupo Iricoumé e vários corpos graníticos intrusivos nas rochas vulcânicas, pertencentes à Suíte Intrusiva Mapuera. A idade deste magmatismo ácido varia de 1888 ± 3 Ma para o riolito Iricoumé, e para os granitos Mapuera, dos membros menos para os mais evoluídos, de 1829 ± 1 Ma; 1824 ± 2 Ma; 1822 ± 2 Ma; 1818 ± 2 Ma até 1794 ± 10 Ma, respectivamente (Costi *et al.* 2000).

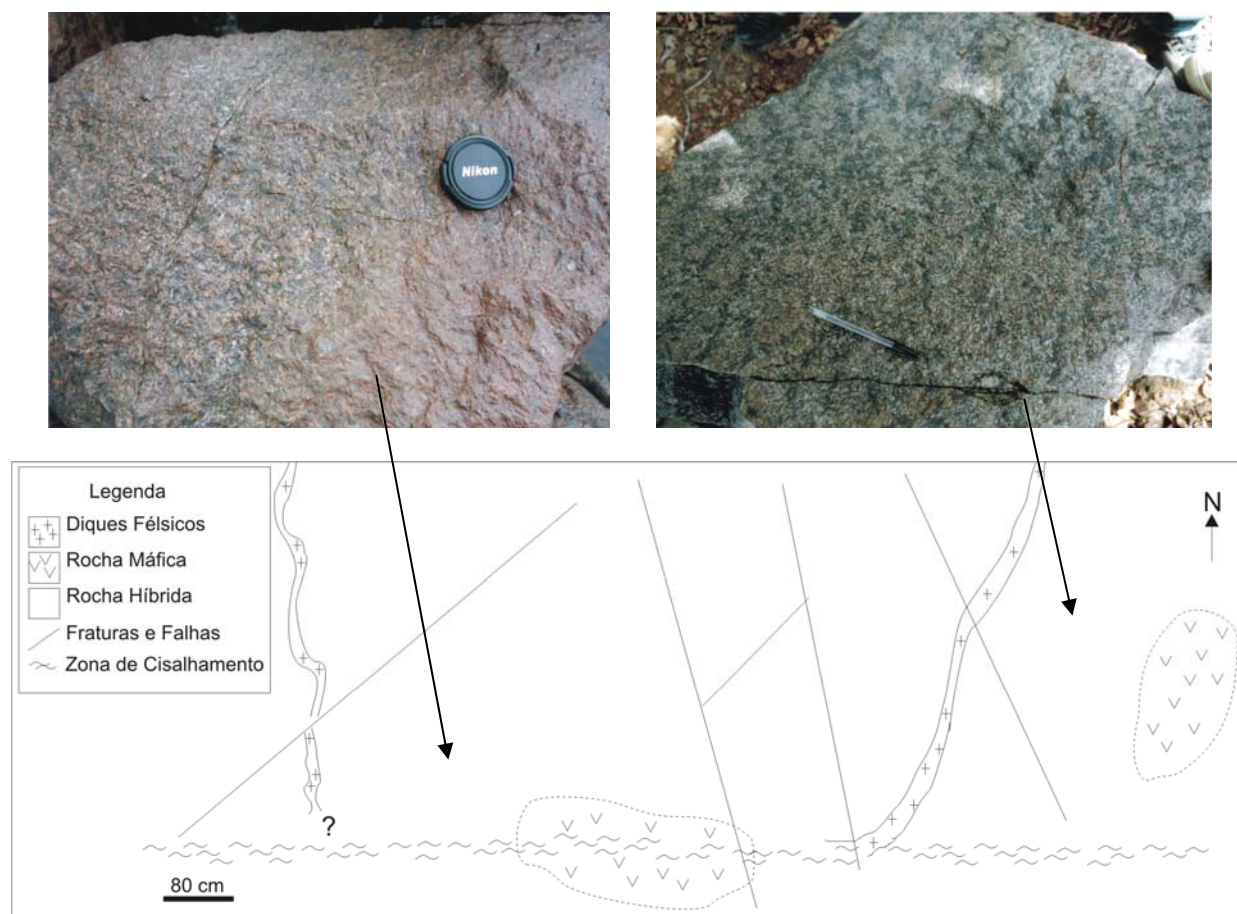


Figura 1. Mapa esquemático mostrando as relações de campo dos domínios individualizados no Sill Quarenta Ilhas. As fotografias representam as maiores variações texturais encontradas na rocha híbrida (as setas indicam os locais de ocorrência).

O SILL QUARENTA ILHAS AFLORANTE NO RIO PITINGA A área de melhor exposição das rochas pertencentes ao Sill Quarenta Ilhas está localizada no curso do rio Pitinga, a jusante da hidroelétrica. Em afloramentos quase contínuos no curso do rio, na forma de lajedos e blocos, podem ser observadas variações composicionais e texturais nestas rochas. As relações de campo podem ser representadas pela Fig. 1, onde três domínios diferentes podem ser individualizados: rochas máficas, rochas híbridas e diques félsicos.

Rochas máficas O corpo exibe dois domínios texturais distintos: o ígneo original e o deformado. A porção deformada se restringe às zonas de cisalhamento centimétricas, orientadas preferencialmente na direção E-W. Estas regiões são proeminentes nos afloramentos, devido à erosão diferenciada. Ao microscópio pode-se observar que estes domínios cortam a textura original da rocha, são percolados por óxido-hidróxidos de ferro, são mais silicificados, onde os minerais originais encontram-se

fraturados, fragmentados e, em parte recristalizados (Fig. 2). Na porção não deformada, a rocha possui granulação variando de média a grossa, exsolução de fluxo ígneo, dada pela orientação das ripas de plagioclásio e pelos prismas de piroxênio, com até 5 mm de comprimento (Fig. 3). Estas ripas de plagioclásio envolvem aglomerados de cristais euédricos a subédricos de augita, parcialmente alterados para hornblenda, biotita e clorita, e cristais esqueléticos de óxidos de Fe e Ti e ilmenita. Os cristais mais preservados de augita mostram geminação e zonação concêntrica. As outras fases minerais encontradas são apatita e titanita. A apatita é acicular, formando prismas longos de até 4 mm de comprimento, feição típica de cristalização tardia, sendo estimada em 2%. A titanita é acessória, sempre ocorre associada aos aglomerados de máficos, podendo ser encontrada inclusive nos óxidos ou formando “coroas” na ilmenita. Todas as características texturais e mineralógicas são típicas de um gabro fino ou diabásio grosso.

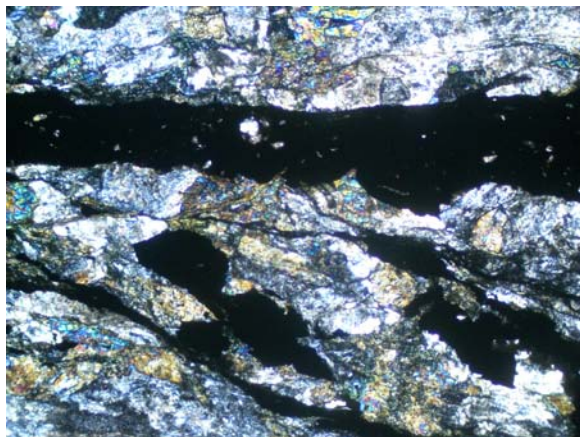


Figura 2. Fotomicrografia em luz transmitida, nicóis cruzados, da rocha máfica, mostrando o contato da microzona de cisalhamento (porção inferior) com a textura original da rocha.

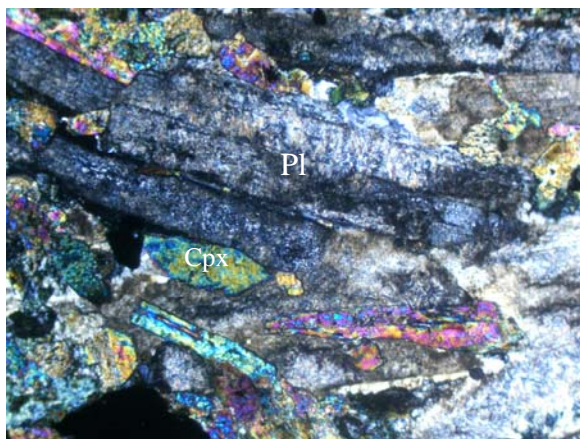


Figura 3. Fotomicrografia em luz transmitida, nicóis cruzados, da rocha máfica, mostrando a orientação de fluxo ígneo dos cristais de plagioclásio (Pl) e augita (Cpx).

Rochas híbridas A rocha exibe aspecto heterogêneo, textural e mineralógico, variando de granulação média a muito grossa. São as mais expressivas em extensão areal na região estudada. Caracterizam-se por coloração rosa com porções arredondadas de concentração de minerais máficos, que não possuem bordas definidas. Essas áreas de concentrações de máficos variam de tamanho e proporção no afloramento.

A mineralogia principal é constituída por augita, plagioclásio, microclínio e quartzo. Apatita, titanita, óxidos de Fe e Ti ocorrem em menor proporção. Os cristais de clinopiroxênio são subédricos, atingem até 5 mm de comprimento, sendo geralmente geminados e zonados. Em alguns destes cristais as bordas têm feições de corrosão (Fig. 4). A alteração dos clinopiroxênios ocorre principalmente nas bordas, sendo transformados para hornblenda, biotita e clorita, essa última em menor proporção. Os cristais de

plagioclásio são geralmente maiores e envolvem o clinopiroxênio e os opacos, constituindo a mineralogia principal das porções com concentrações de máficos. Alguns cristais de plagioclásio mostram feições de corrosão e bordas de microclínio zonado, formando um novo grão tabular. Nas bordas e nos interstícios dos grãos de feldspato é freqüente a ocorrência de textura micrográfica. O microclínio, sempre micropertítico, envolve ainda a apatita, titanita, os óxidos de Fe-Ti e ilmenita. A apatita tem forma acicular, cujos tamanhos variam com a granulação da rocha, podendo atingir até 2 cm de comprimento. Ela é tão abundante que pode ser observada macroscopicamente. Alguns cristais de quartzo são subédricos com nítidas feições de corrosão, sempre no contato com os domínios de textura micrográfica.

Nas porções mais alteradas da rocha, biotita, clorita, epidoto e carbonato podem ocorrer.



Figura 4. Fotomicrografia em luz transmitida, nicóis cruzados, destacando clinopiroxênio (Cpx) zonado com feições de corrosão, em contato com quartzo (Qtz) e microclínio (Kfs).

Diques félsicos Estes diques possuem largura que varia de 2 a 6 cm, textura predominante afanítica, mas varia para porfirítica, exibindo raros fenocristais tabulares de plagioclásio. A coloração é rosa e o aspecto dobrado irregular semelhante a dobras ptigmáticas de pequena amplitude, que cortam as rochas máficas e as híbridas. Não possuem orientação preferencial nem margens de resfriamento. A mineralogia consiste de quartzo, feldspato alcalino, com biotita em pequena proporção. Apatita, óxidos de Fe e Ti e carbonato ocorrem em quantidades acessórias. A feição mais característica é que 99% dos feldspatos exibem feições de exsolução e geminação radiada, com inclusões de quartzo cuneiforme (Fig. 5). Raramente, é possível observar os restos dos fenocristais de plagioclásio ou microclínio corroídos e substituídos pelas texturas de exsolução, onde se

destaca mirmequita e textura micrográfica. O quartzo ocorre na forma de aglomerados de grãos poligonais e cuneiformes ou, por vezes, dendrítico, com o mesmo crescimento radiado dos feldspatos. A biotita é intersticial, aparecendo preferencialmente como aglomerados fibro-radiados, e raramente cristais maiores isolados. O carbonato é raro, intersticial. O epidoto forma aglomerados de grãos muito finos, alterando o feldspato.

O contato com a rocha híbrida é irregular, notando-se um aumento na proporção de quartzo, mas a rocha encaixante possui variação textural, em que todos os cristais de feldspato possuem a mesma textura de exsolução/intercrescimento do dique, diferindo apenas no tamanho dos grãos e conteúdo de máficos (presença de augita e hornblenda). A poucos milímetros a rocha volta a ter a sua textura normal.

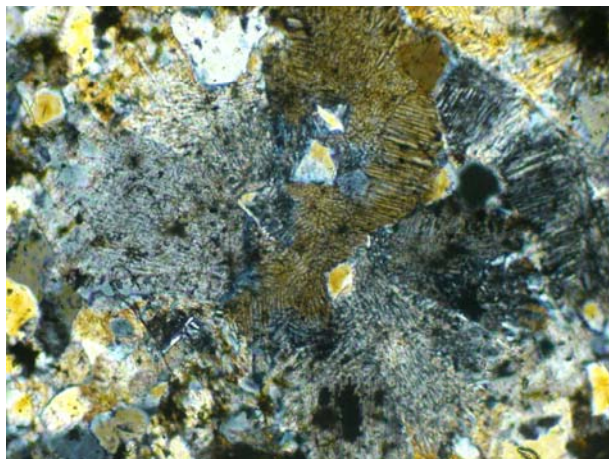


Figura 5. Fotomicrografia em luz transmitida, nicóis cruzados, mostrando a textura típica do dique félsico, com exsoluções e intercrescimentos radiados do feldspato alcalino e quartzo.

EVIDÊNCIAS DE COEXISTÊNCIA DOS FUNDIDOS MÁFICOS E FÉLSICOS Apesar dos estudos ainda estarem em um estágio inicial, as características de campo e as microtexturas

observadas sugerem que os processos ocorridos durante a colocação dos corpos máficos da Formação Quarenta Ilhas podem ter sido mais complexos do que uma diferenciação magmática nos sills mais espessos em um sistema fechado. Os dados sugerem que, na área de estudo, o sill Quarenta Ilhas é predominantemente uma rocha híbrida, originada da mistura de magmas máficos e félsicos.

A presença de foliação de fluxo preservada nas partes máficas indica injeção do magma félsico de forma tranqüila, sem turbulência, durante a formação do sill. As concentrações de máficos na rocha híbrida, onde a matriz é diferente, podem representar que estas porções máficas foram mescladas por um fundido félsico, durante um resfriamento mais rápido, evidenciado pelas texturas de exsolução. A forma dos diques félsicos, com dobras irregulares e desarmônicas indica sua colocação em uma encaixante não totalmente consolidada.

Várias texturas encontradas na rocha híbrida são indicativas de desequilíbrio. Cristais de clinopiroxênio com bordas corroídas, onde o plagioclásio com feições de corrosão é totalmente englobado por microclínio. Os cristais de quartzo, subédricos, com engolfamentos são substituídos por intercrescimento de quartzo e feldspato potássico com textura micrográfica. A substituição do clinopiroxênio por minerais hidratados (anfíbólio, biotita e clorita), e a ocorrência de aglomerados de biotita e clorita fibro-radiadas, nas porções mais alteradas, e ainda, a formação de cristais de carbonato podem estar indicando a circulação de fluidos, provavelmente proveniente do magma félsico.

Os dados texturais sugerem que a hibridização encontrada no Sill Quarenta Ilhas, no curso do Rio Pitinga, pode ser resultante de uma mistura de magmas, em que a injeção de magma félsico ocorreu logo após a colocação do magma máfico, quando este ainda não estava totalmente consolidado.

Referências

- COSTI H.T., DALL'AGNOL R., MOURA C.A. 2000. Geology and Pb-Pb geochronology of Paleoproterozoic volcanic and granitic rocks of Pitinga Province, Amazonian Craton, Northern Brazil. *International Geological Reviews*. **42**: 832-849.
- COSTI H.T., SANTIAGO A.F., PINHEIRO S.S. 1984. *Projeto Uatumã – Jatapu*. Relatório Final. Manaus. CPRM-SUREG-MA. 133 pp.
- CUNHA E.F., NOGUEIRA A.C.R., PAZ J.D.S., FERRON J.M., PRADO M. 2006. Depósitos Eólicos da Formação Urupi, Paleoproterozóico do Escudo das Guianas, Mina do Pitinga. In: SBG, Simp. Geol. Amazonia, 9, CDrom.
- FARIA *et al.* 2002. Geologia e Recursos Minerais da Amazônia Brasileira. CPRM. CDrom.
- SANTOS J.O.S.; HARTMANN L.A., MCNAUGHTON N.J. 2002. Timing of Mafic Magmatism in the Tapajós Province (Brazil) and Implications for the evolution of the Amazon Craton: Evidence from baddeleyite and zircon U-Pb SRIMP geochronology. *Journal of South America Earth Science*, **15**:409-429.
- VEIGA Jr. J.P., NUNES A.C.B., FERNANDES A.S., AMARAL J.E., PESSOA M.R., CRUZ S.A. 1979. *Projeto Sulfetos Uatumã*. Relatório Final. Manaus, CPRM-DNPM, 7 volumes.