

3 DADOS DE CAMPO, PETROGRÁFICOS E LITOGEOQUÍMICA

3.1 Introdução

Neste capítulo serão apresentados os dados obtidos nos trabalhos de campo realizados nos complexos alcalinos inseridos na área de estudo (Figura 1.1 e 1.2).

Foram realizadas duas etapas de trabalho de campo. A primeira delas envolveu três dias (março de 2011), tendo sido visitados os alcalinos de Morro de São João, Rio Bonito e Tanguá. O segundo trabalho de campo foi realizado em quatro dias (junho de 2011), tendo sido visitados os complexos alcalinos de Itatiaia, Passa Quatro e Morro Redondo.

As bases topográficas e/ou geológicas de Morro de São João, Rio Bonito, Itaboraí, Resende, Agulhas Negras e Passa-Quatro, na escala de 1:50.000, foram utilizadas na etapa de campo. As folhas Casimiro de Abreu e Bananal (ambas em escala 1:50.000) foram utilizadas na etapa de pré-campo, porque integram a região de ocorrência das rochas encaixantes dos complexos de Morro de São João e Morro Redondo, respectivamente.

3.2 Aspectos de campo

O trabalho de campo nos complexos alcalinos visitados foi realizado com relativa dificuldade principalmente devido à escassez de bons afloramentos e o avançado grau de alteração das rochas (Figuras 3.1 e 3.2). Em função disso, foi feita uma amostragem principalmente de blocos, com descrições e coletas em afloramentos apenas nas poucas pedreiras ou cortes de estrada dentro da área de estudo. Todos os pontos visitados foram fotografados, constituindo um acervo de aproximadamente quatrocentas fotos.

As amostras coletadas foram identificadas segundo códigos separados por hífen, por exemplo, RB-GM-01. A definição dos códigos foi feita segundo: 1) Folha topográfica em que o complexo alcalino estuda se encontra (MSJ – Morro de São

João; RB – Rio bonito; ITB – Tanguá; PSAF – Gericinó-Mendanha; RE – Morro Redondo; AGN – Agulhas Negras e; PQ – Passa Quatro); 2) Letras iniciais do nome e sobre nome do autor da dissertação (GM) e; 3) Número da amostragem por ordem de coleta no complexo alcalino.



Figura 7 - Afloramento muito alterado de dique máfico. Complexo alcalino de Rio Bonito. Ponto: RB-GM-06.



Figura 8 - Rochas encaixantes com alto grau de alteração no Complexo Alcalino de Morro Redondo. Ponto: RE-GM-02.

Os complexos alcalinos estudados nesta dissertação encaixam-se em diferentes terrenos que compõem o Orógeno Ribeira (Tabela 3).

Tabela 3 - Terrenos encaixantes dos complexos alcalinos estudados no Orógeno Ribeira.

Complexo alcalino	Terreno	Domínio
Morro de São João	Cabo Frio	Complexo Região dos Lagos
Rio Bonito	Oriental	Costeiro
Tanguá	Oriental	Costeiro
Gericinó-Mendanha	Oriental	Arco Magmático Rio Negro
Morro Redondo	Ocidental	Andrelândia
Itatiaia	Ocidental	Andrelândia
Passa Quatro	Ocidental	Andrelândia

Gnaisses leucocráticos e mesocráticos, bandados a finamente bandados, e ortognaisses migmatíticos e granitóides são as principais rochas encaixantes dos complexos alcalinos (Figura 9).



Figura 9: Rochas encaixantes no Complexo Alcalino de Itatiaia. Ponto AGN-GM-03.

Os blocos *in situ* eram comumente encontrados em barrancos de corte de estradas com o afloramento mal preservado (Figura 10), além de estradas de chão

onde se observava o transpasse de diques com estado de alteração considerável e sem contato visível com a rocha encaixante (Figura 11).



Figura 10 - Blocos métricos *in situ* de lamprófiro (setas) em corte de estrada. Ponto: RE-GM-02.



Figura 11 - Dique de diabásio (d) alterado transpassando uma estrada de chão. Ponto: RE-GM-01.

Os blocos rolados localizavam-se, em sua maioria, na base dos complexos alcalinos, compondo depósitos de talus (Figura 12), cobrindo assim, grande parte do

contato com as rochas encaixantes. Blocos rolados encontrados em drenagens que cortam os complexos alcalinos também foram coletados (Figura 13).



Figura 12 - Parte oeste do Complexo Alcalino do Morro de São João. a) depósito de talus; b) regolito. Ponto: RE-GM-03.

Os raros afloramentos mapeados foram descritos, medidos e amostrados, nas poucas pedreiras encontradas dentro da área de estudo. Nestes afloramentos, os principais diques mapeados foram os de lamprófito. Grande parte destes diques mostra-se bem preservada e com espessuras variando de 0,1 m a 1,20 m (Figura 14), com extensões de poucas dezenas de metros.



Figura 13 - Blocos rolados em drenagem que corta o Complexo Alcalino de Passa Quatro. Ponto: PQ-GM-06.



Figura 14 - Dique de lamprófiro (d) com 1,20 m de espessura cortando gnaíse encaixante (e) na Pedreira Serra da Lapa. Ponto: AGN-GM-05.

O contato entre as rochas encaixantes e os diques de lamprófiros mostra-se bem preservado nos afloramentos, por vezes, com concentração de vesículas, comumente preenchidas por carbonatos, aumentando em volume em direção ao centro do dique. A granulometria dos diques de lamprófiro também aumenta em direção ao centro, sendo o contato com a rocha encaixante caracterizado por uma margem resfriada (Figura 15).



Figura 15 - Blocos mostrando contato entre gnaiss encaixante (e) e dique de lamprófiro. As concentrações de vesículas variam de acordo com a proximidade do contato: pouca vesiculação (pv) e margem resfriada (mr) próximo ao contato e alta vesiculação (av) longe do contato. Ponto: AGN-GM-03a e b.

No Complexo Alcalino de Itatiaia, mais especificamente nos afloramentos da Pedreira Serra da Lapa, foram observados enclaves centimétricos do gnaiss encaixante (Figura 16). Estes enclaves têm formato arredondado, fato que pode ser um indicativo de assimilação crustal. Outros pequenos enclaves também foram observados em torno do enclave principal. O líquido lamprofírico que preenche o espaço entre o enclave principal e os menores pode representar uma porção já contaminada.



Figura 16 - Dique de lamprófiro com enclave da rocha encaixante e pórfiros de biotita (bio). Observa-se o enclave principal (ep) e enclaves menores ao seu entorno (em). Ponto: AGN-GM-06.

Os lamprófiros eram facilmente reconhecidos pelos fenocristais milimétricos de biotita (Figura 16) que, no Complexo Alcalino de Passa Quatro, estavam muito bem preservados a despeito do avançado grau de alteração da rocha.

3.3 Petrografia

Cinquenta e oito amostras foram coletadas durante os trabalhos de campo (Tabela 4e Anexo I). Destas, quarenta e três amostras de rochas máficas alcalinas e fonolitos, além de diabásios e gabros (Tabela 5), foram descritas sob o microscópio petrográfico de luz transmitida.

As lâminas petrográficas foram confeccionadas no Laboratório Geológico de Processamento de Amostras (LGPA) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e descritas no Laboratório de Petrografia da UERJ. Os critérios petrográficos

utilizados nesta dissertação são aqueles sugeridos por Deer et al. (1992) e MacKenzie et al. (1982).

Tabela 4 - Amostras coletadas nos complexos alcalino estudados.

Complexo alcalino	Quantidade de amostras
Tanguá	4
Morro Redondo	5
Gericinó-Mendanha	5
Morro de São João	8
Rio Bonito	10
Passa Quatro	11
Itatiaia	15
Total	58

Tabela 5 - Características petrográficas gerais dos litotipos analisados.

Litotipos	Lamprófiro	Fonolito	Gabro	Diabásio alcalino
Quantidade	24	16	2	1
Minerais essenciais	Augita + Olivina ± Biotita ± Kaersurtita	Nefelina + Sanidina (ou anortoclásio) ± Piroxênio alcalino ± Anfibólio alcalino	Plagioclásio + Clinopiroxênio ± Quartzo	Olivina + Clinopiroxênio + Plagioclásio
Minerais acessórios/ secundários	Minerais opacos ± apatita ± Carbonatos ± clorita	Titanita ± apatita ± minerais opacos ± Saussurita ± Clorita	Apatita ± Titanita ± Anfibólio ± Minerais opacos	Minerais opacos ± Saussurita ± Uralita
Texturas	Panidiomórfica, porfirítica e poi quilítica	Porfirítica, glomeroporfirítica e poi quilítica	Poi quilítica coronítica	Equigranular
Estruturas	Estruturas globulares e vesículas	Fraturas e veios	Vesículas, fraturas e veios	Fraturas

Os lamprófiros são alcalinos, podendo ser classificados como camptonitos e monchiquitos (STRECKEISEN, 1979). A matriz é caracterizada por clinopiroxênio, biotita e/ou kaersurtita, com predominância do primeiro. Os fenocristais são

representados por estes mesmos minerais, além de raros fenocristais de olivina. Os minerais acessórios são apatita e minerais opacos (Tabela 5). Os grãos de clinopiroxênio têm granulometria predominantemente fina na matriz, com fenocristais médios (1-3 mm). Apresentam cor natural marrom claro, em geral com baixo pleocroísmo. Exibem formas que variam de subédricos a euédricos, mas que se mostram anédricos nas corrosões observadas (Figura 17). Esses minerais apresentam ainda um zonamento característico que pode se observar em grande parte das amostras estudadas, com núcleos esverdeados normalmente rodeados por bordas de titano-augita (Figura 18).



Figura 17 - Fenocristal anédrico de clinopiroxênio com corrosão interna e externa. Nicóis cruzados. Amostra: PQ-GM-06D.

A fase hidratada que compõe os lamprófiros estudados é biotita e/ou kaersurtita. Os cristais de biotita apresentam cor natural marrom, são pleocróicas em tons castanhos, exibem formas variando entre euédricas a anédricas, hábito lamelar e de granulação fina a média (Figura 19).

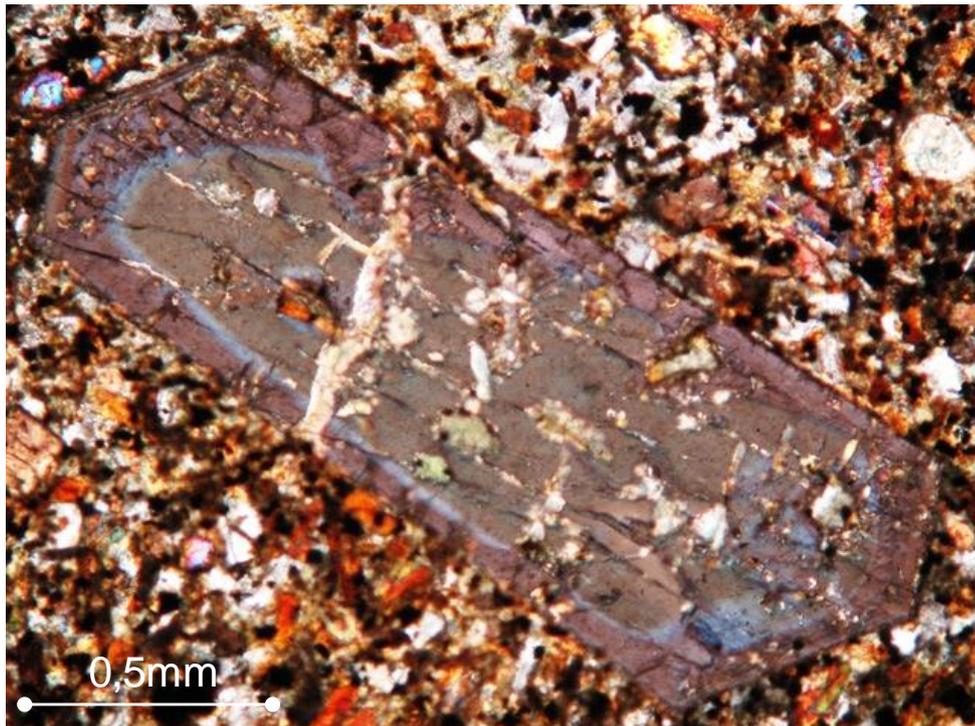


Figura 18 - Fenocristal zonado e euédrico de clinopiroxênio. Nicóis cruzados. Amostra: PSAF-12



Figura 19 - Fenocristal de biotita com clivagens perfeitas e hábito lamelar. Nicóis cruzados. Amostra: AGN-GM-05E.

Os cristais de kaersurtita ocorrem em tons marrons a alaranjados, exibem pleocroísmo similar ao dos cristais de biotita, porém um pouco mais forte, e possuem

cor de interferência próxima da cor natural. Os cristais de kaersurtita apresentam granulação fina (<1,0 mm), são euédricas e subédricas e têm hábito colunar. Apresentam uma clivagem característica, sendo esta perpendicular ao seu plano principal (Figura 20). Em alguns casos, essas duas fases hidratadas são observadas juntas na matriz de uma mesma amostra (Figura 21).

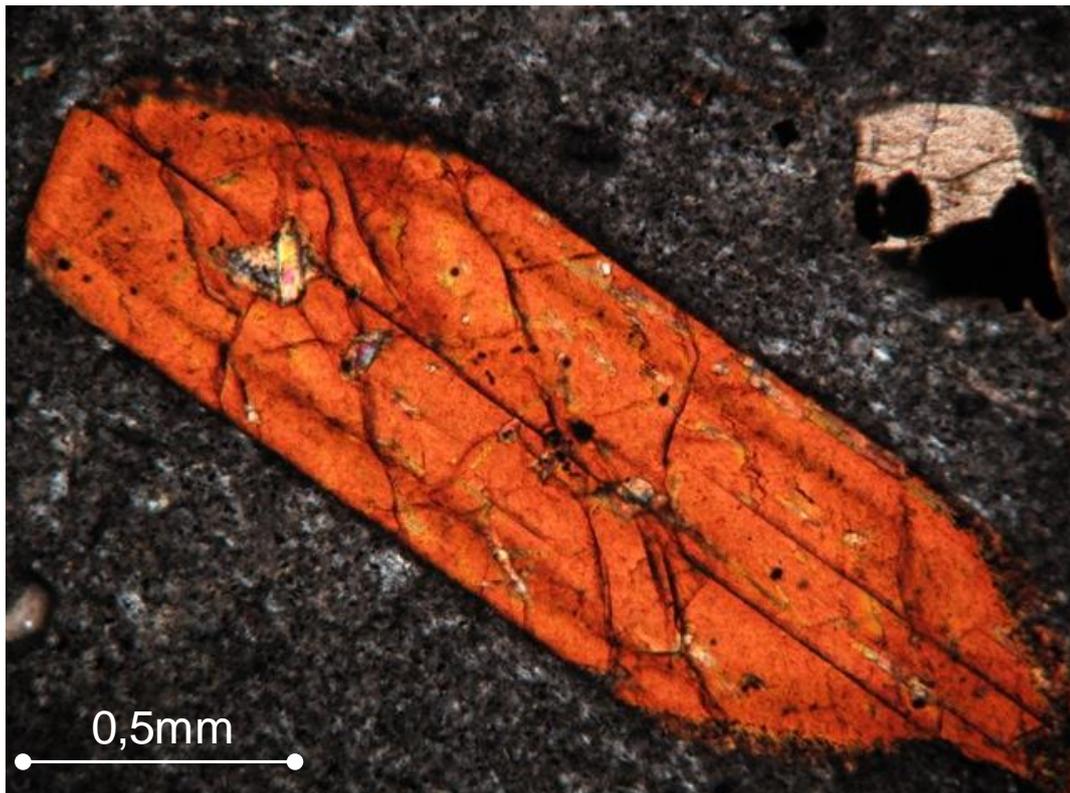


Figura 20 - Fenocristal zonado de kaersurtita. Nicóis cruzados. Amostra: RE-GM-02.

Os grãos de olivina são observados nas amostras estudadas principalmente como fenocristais. Os grãos são médios (1-3 mm) e estão bastante alterados, possuindo, no entanto, fraturas e hábitos característicos. (Figura 22).

Microxenocristais são raros nestas rochas e foram identificados apenas na amostra PQ-GM-06a (Figura 23).



Figura 21 - Grãos de biotita e kaersurtita em matriz de lamprófiro. Nicóis cruzados. Amostra: AGN-GM-05b.

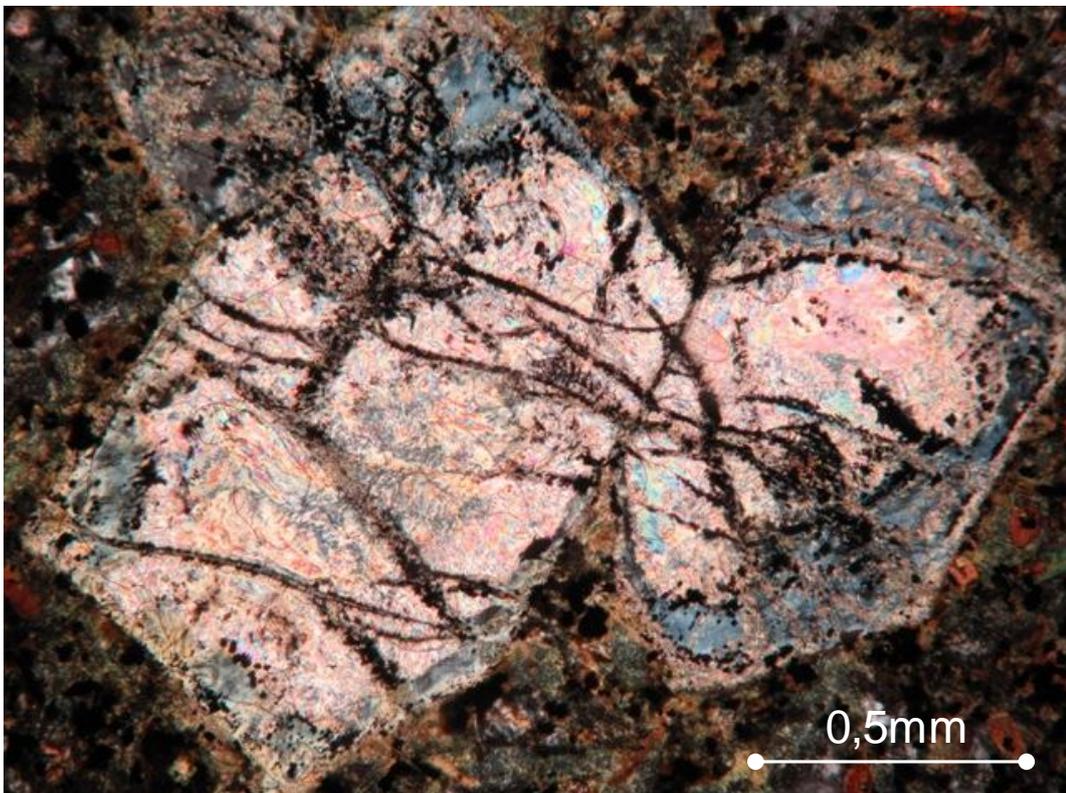


Figura 22 - Fenocristais de olivina. Nicóis cruzados. Amostra: PSAF-12.

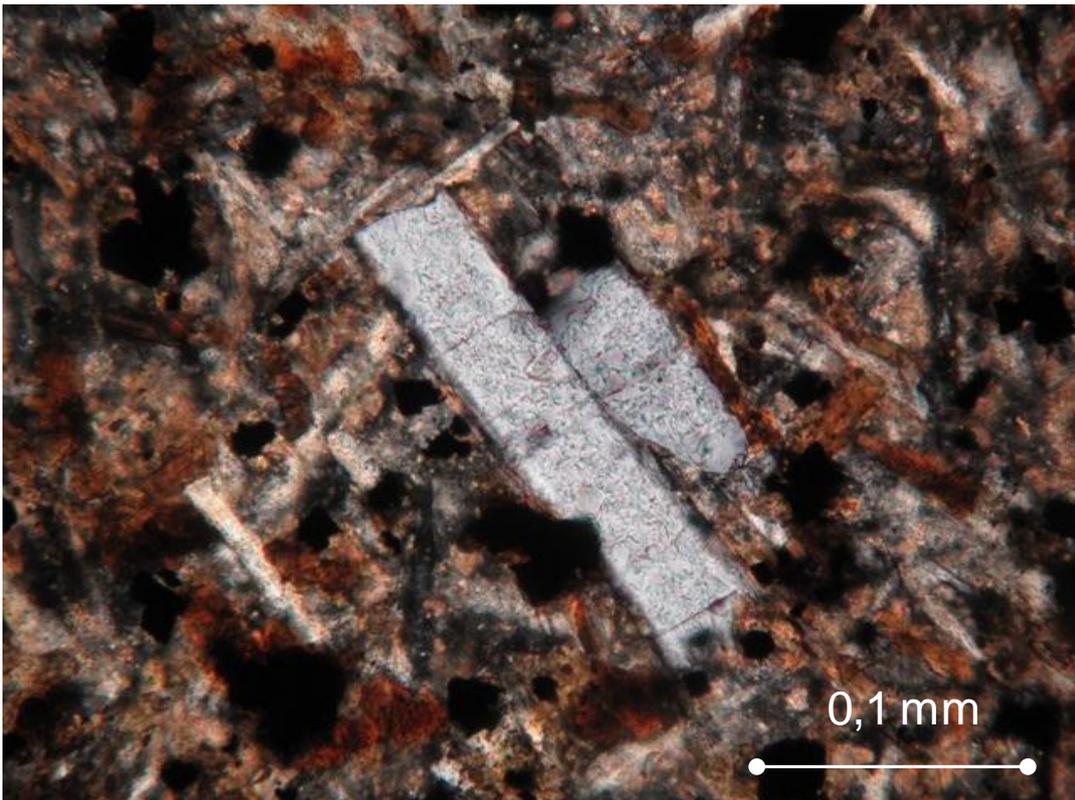


Figura 23 - Microxenocristal de feldspato em lamprófiro. Nicóis cruzados. Amostra: PQ-GM-06a.

Os minerais acessórios predominantes são os grãos de minerais opacos. Eles têm hábitos subédricos a euédricos e granulometria variando entre fina e média (<3mm). São observados também e de maneira bem restrita, apatita e titanita.

Os lamprófiros têm textura panidiomórfica típica caracterizada por cristais tendendo à forma euédrica (Figuras 3.12, 3.13 e 3.14). Texturas porfiriticas, poiquilíticas, variolíticas e radiais também foram encontradas nessas amostras (Figura 24).

Estruturas globulares são observadas em alguns dos lamprófiros estudados. Elas têm entre 0,3 a 2mm, com esfericidade e arredondamento variável. Estas estruturas são preenchidas principalmente por material carbonático, sendo contornadas pelas fases hidratadas dos lamprófiros (Figura 25). Veios e fraturas também foram observados, principalmente próximo aos contatos com as rochas encaixantes (Figura 26).

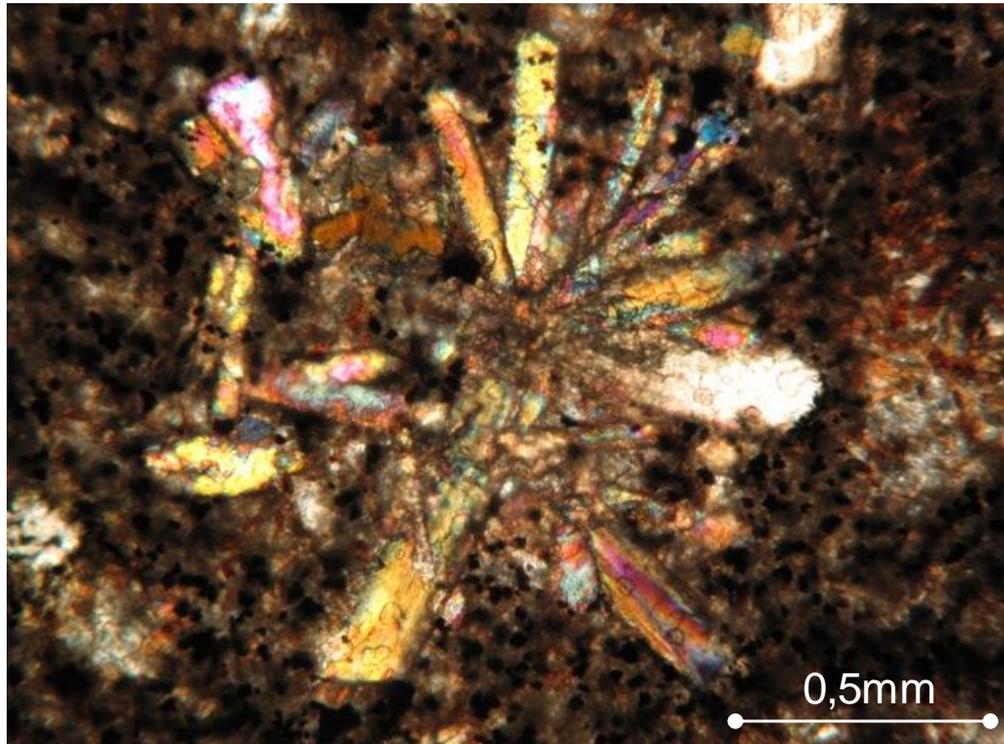


Figura 24 - Fenocristais de clinopiroxênio formando textura radial. Nicóis cruzados. Amostra: PSAF – 37.

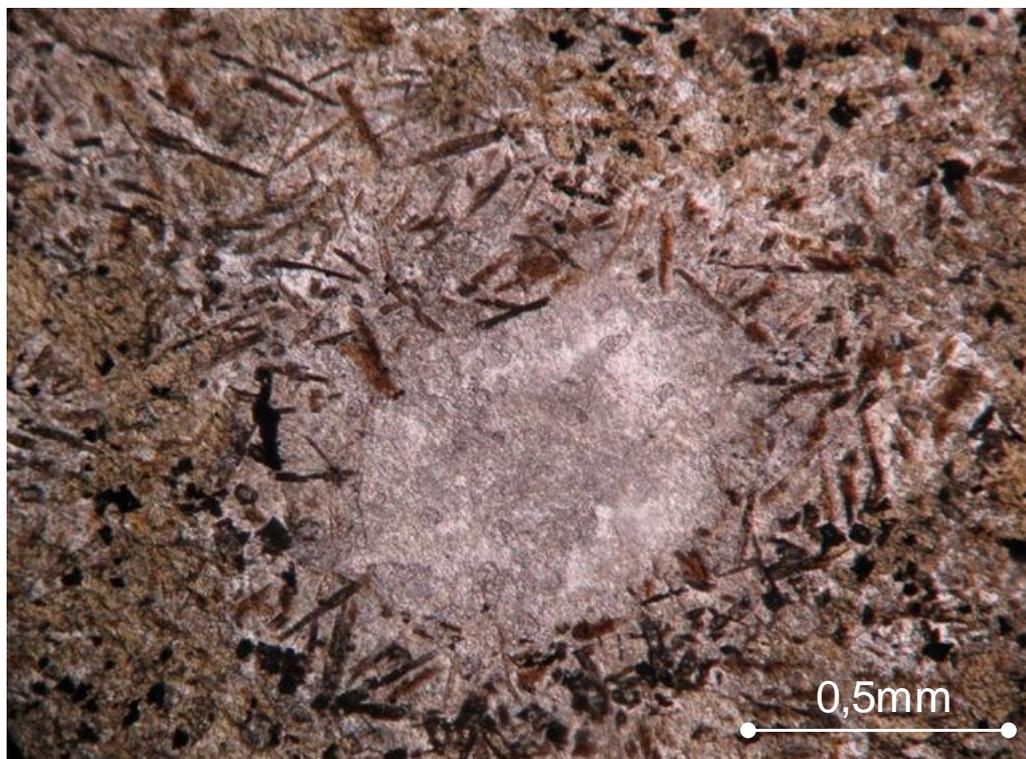


Figura 25 - Grãos de biotita contornando estrutura globular preenchida por carbonato. Nicóis cruzados. Amostra: AGN-GM-04.

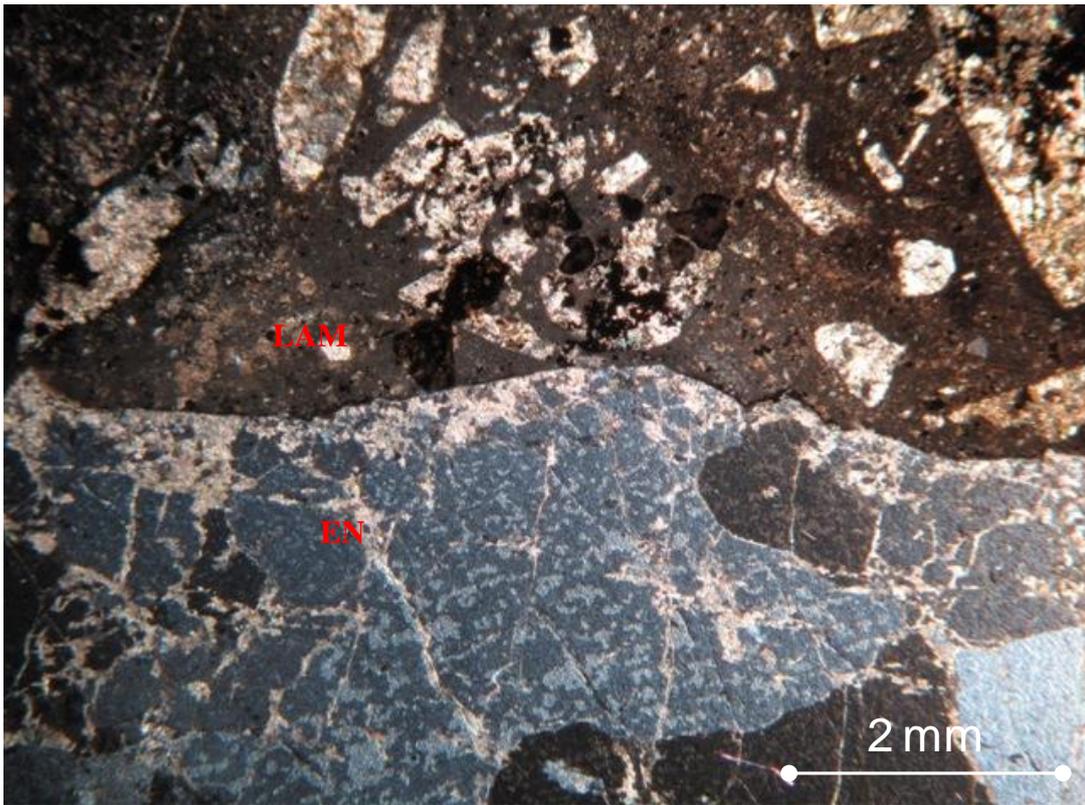


Figura 26 - Fraturas e veios no contato do lamprófiro com a rocha encaixante (gnaisse). Nicóis cruzados. Amostra: AGN-GM-03a. EN: encaixante; LAM: lamprófiro.

Os fonolitos são constituídos, em sua matriz, por feldspato alcalino (sanidina ou anortoclásio), nefelina, piroxênio e/ou anfibólio alcalino (Tabela 5), além de minerais opacos, apatita e titanita, como minerais acessórios. Saussurita e clorita são as fases secundárias. Os fenocristais são representados por feldspato, piroxênio e anfibólio.

Os cristais de feldspato alcalino são componentes majoritários tanto na matriz quanto na assembleia de fenocristais. Esses cristais são incolores com forma subédrica a euédrica. A granulometria é fina (<1 mm), quando na matriz, e varia entre média (1–3 mm) a grossa (>3 mm), nos fenocristais, podendo, no entanto, chegar a mais de 7 cm. Os grãos são tabulares sendo comum a geminação simples (Figura 27).



Figura 27 - Fenocristal de feldspato alcalino com geminação simples e granulometria grossa. Nicóis cruzados. Amostra: MSJ-GM-02.

A nefelina é menos abundante que os cristais de feldspato alcalino. Os grãos são incolores e têm extinção ondulante ou total. Os fenocristais de nefelina são subédricos a euédricos, com granulometria majoritariamente média (1–3 mm), com alguns fenocristais chegando a mais de 3 mm. Por vezes, formam aglomerados, conferindo à rocha uma textura glomeroporfírica (Figura 28).

Os cristais de piroxênio alcalino apresentam granulometria fina (<1 mm); raramente média (1–3mm). Esses cristais têm, em geral, contornos subédricos a euédricos e hábitos prismáticos a tabulares, além de cor natural marrom claro com forte pleocroísmo (Figura 29).

Os cristais de anfibólio alcalino são de granulometria predominantemente fina a média. Apresentam cor natural verde a marrom claro com forte pleocroísmo e habito prismático, sendo, em geral, subédricos a euédricos (Figura 30).



Figura 28 - Aglomerados de fenocristais de nefelina. Nicóis cruzados. Amostra: MSJ-GM-02a.



Figura 29 - Microfenocristais de piroxênio alcalino. Nicóis cruzados. Amostra: MSJ-GM-02.

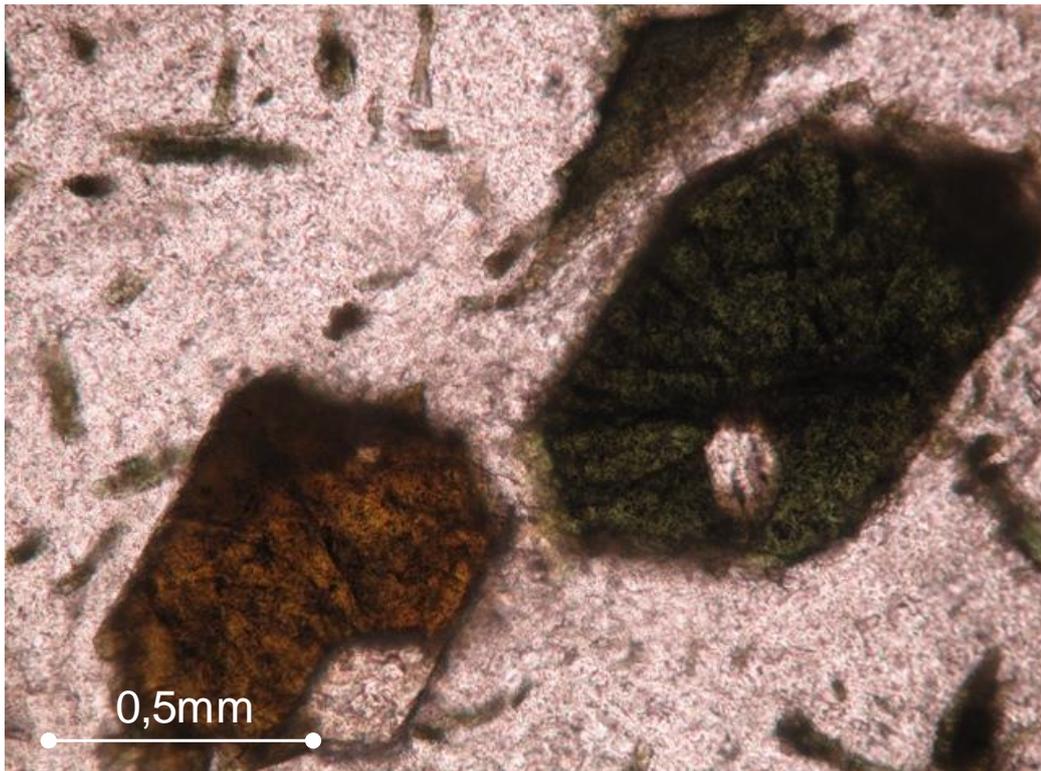


Figura 30 - Fenocristais de anfibólio sódico. Nicóis paralelos. Amostra: MSJ-GM-02a.

Os cristais de titanita apresentam relevo alto e cor natural marrom, semelhante à cor de interferência. São geralmente euédricos e a granulometria predominante é média, tendo hábito prismático, podendo ocorrer na matriz ou como fenocristais (Figura 31). Os grãos de apatita apresentam hábito prismático, com cor natural incolor e com alto relevo, sendo euédricas (Figura 32).

A textura porfirítica é predominante nas amostras de fonolito estudadas (Figuras 3.21, 3.22 e 3.23). Em menor proporção, observam-se ainda as texturas poiquilítica, glomeroporfirítica (Figura 29), bem como a textura traquítica, caracterizada nas amostras estudadas pelo arranjo sistemático de ripas de cristais de feldspato alcalino presentes na matriz em uma mesma direção (Figura 33). Outros fenocristais de feldspato alcalino tendem a direções variadas a partir de um mesmo núcleo e configuram a textura radial (Figura 34), ou ainda, esqueletal (Figura 35). Veios e fraturas são as estruturas mais comuns nos fonolitos (Figura 36).



Figura 31 - Fenocristais euédricos de titanita. Nicóis cruzados. Amostra: MSJ-GM-02.

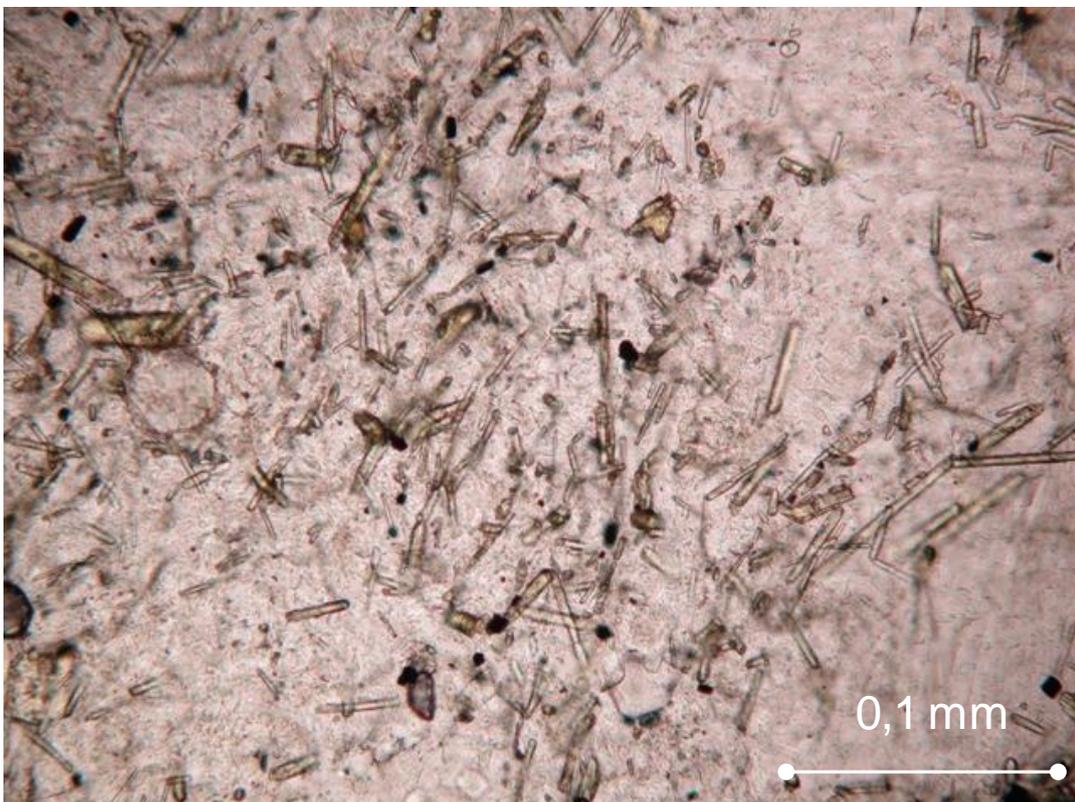


Figura 32 - Grãos prismáticos e hexagonais de apatita em matriz de fonolito. Nicóis paralelos. Amostra: MSJ-GM-04b.

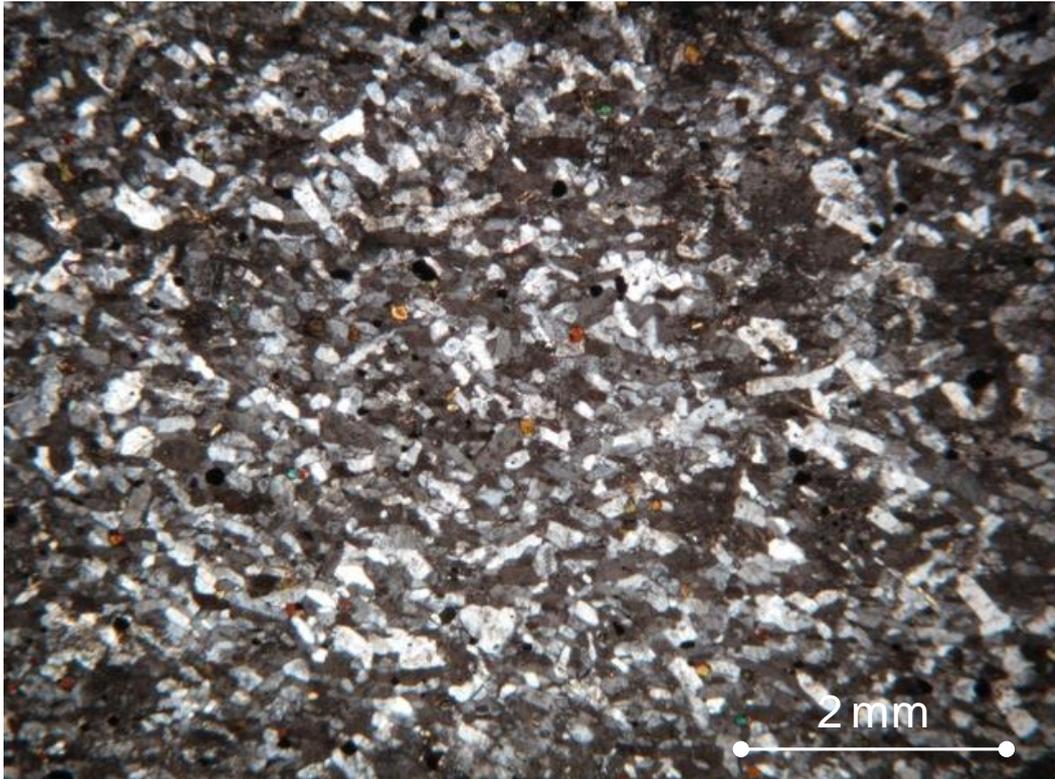


Figura 33 - Textura traquítica em fonolito. Nicóis cruzados. Amostra: ITB-GM-01.

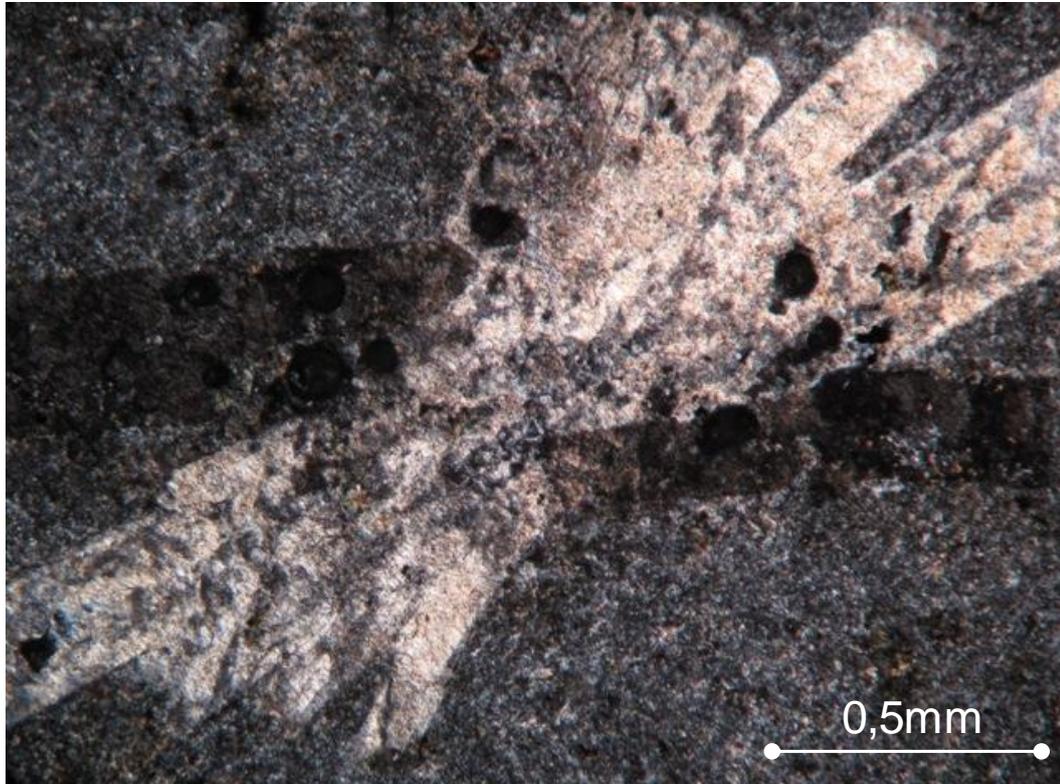


Figura 34 - Textura radial configurada a partir do arranjo dos fenocristais de feldspato alcalino. Nicóis cruzados. Amostra: AGN-GM-01.



Figura 35 - Textura esquelética configurada pela corrosão interna do fenocristal de anfibólio sódico. Nicóis cruzados. Amostra: ITB-GM-01.



Figura 36 - Veios preenchendo fraturas no fonolito. Nicóis cruzados. Amostra: AGN-GM-01.