



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:**  
**PETROLOGIA, METALOGÊNESE E EXPLORAÇÃO MINERAL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**AS ROCHAS ALCALINAS DA REGIÃO DE**  
**JAGUAQUARA – PETROGRAFIA E LITOGEOQUÍMICA,**  
**BLOCO JEQUIÉ – BAHIA, BRASIL**

**ROBSON MAURO DOS ANJOS**

SALVADOR

2019

**AS ROCHAS ALCALINAS DA REGIÃO DE  
JAGUAQUARA – PETROGRAFIA E LITOGEOQUÍMICA,  
BLOCO JEQUIÉ – BAHIA, BRASIL**

**Robson Mauro dos Anjos**

*Orientadora: Profa. Dra. Jailma Santos de Souza de Oliveira*

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Geologia do Instituto de Geociências  
da Universidade Federal da Bahia  
como requisito parcial à obtenção do  
Título de Mestre em Geologia, Área  
de Concentração: Petrologia,  
Metalogênese e Exploração Mineral.

SALVADOR

2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

dos Anjos, Robson Mauro  
As Rochas Alcalinas da Região de Jaguaquara -  
Petrografia e Litogeoquímica - Bloco Jequié - Bahia,  
Brasil / Robson Mauro dos Anjos. -- Salvador, 2019.  
79 f. : il

Orientadora: Jailma Santos de Souza de Oliveira.  
Dissertação (Mestrado - Pós Graduação em Geologia) --  
Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal  
da Bahia, 2019.

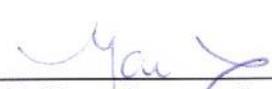
1. Rochas Alcalinas. 2. Região de Jaguaquara. 3.  
Petrografia e Litogeoquímica. 4. Bloco Jequié. 5.  
Magmatismo Alcalino. I. de Oliveira, Jailma Santos de  
Souza. II. Título.

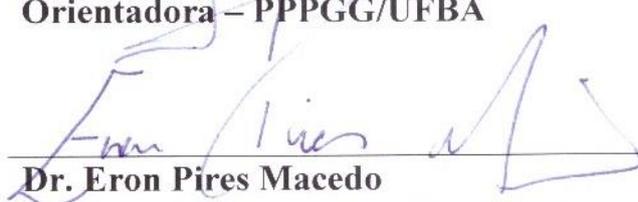
**ROBSON MAURO DOS ANJOS**

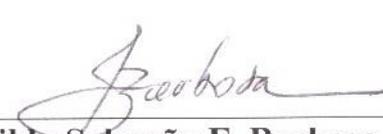
**“AS ROCHAS ALCALINAS DA REGIÃO DE  
JAGUAQUARA – PETROGRAFIA E LITOGEOQUÍMICA  
BLOCO JEQUIÉ – BAHIA, BRASIL”**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia na área de concentração em Petrologia, Metalogênese e Exploração Mineral em 05/09/2019.

**APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Jailma Santos de Souza de Oliveira**  
**Orientadora – PPPGG/UFBA**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Eron Pires Macedo**  
**Examinador Externo – CPRM/SUREG/SSA**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Johildo Salomão F. Barbosa**  
**Examinador Interno – PPPGG/UFBA**

Salvador – BA  
2019

*Dedico este trabalho a Mary Márcia dos Anjos Nascimento (In memoriam).*  
*Um ser humano maravilhoso que ajudou no meu processo de formação.*  
*Uma prima-irmã que partiu deste plano (30/08/2019) para se transformar em estrela.*  
*Onde quer que estejas nossos laços se farão presentes.*  
*Fique em paz minha Bete.*

## AGRADECIMENTOS

Prólogo: Em 2010, quando iniciei minha jornada, não imaginava chegar tão longe. A ideia era só sair da zona negativa em que me encontrava. Não foi fácil! “É preciso ter coragem para ter na pele a COR DA NOITE”. E foi preciso muita coragem para não sucumbir ao longo desses nove anos. Estar fora do sistema é um exercício diário que me permito realizar todos os dias. Hoje entendo que quanto mais sou criticado e rotulado é porque me encontro no caminho certo. “No caminho do bem”!

Começo meus agradecimentos pedindo benção aos mais velhos (as), agradecendo ao ser divino que me rege e me guarda nesse plano material, me permitindo ser quem eu sou e ajudando-me nessa busca incessante por melhoras espirituais, intelectuais e pessoas. Agradeço a minha avó, Cecília dos Anjos, que do plano espiritual continua a ser um grande guia em minha vida. A seguir dou os devidos agradecimentos aos seres que me cercam e me proporcionam aprendizados diários.

Maura dos Anjos! É uma benção poder te chamar de mãe. Deus com certeza tinha um plano ao nos unir. Sua história de vida é um alimento diário para mim. Você é minha melhor amiga e alguém por quem tenho um profundo respeito. Tu sabes que meu objetivo enquanto filho é o de ser melhor que minha genitora, mas isso é difícil, pois você é insuperável. Obrigado por tudo!

Família dos Anjos! É certamente uma honra e um aprendizado viver em vosso meio. O homem sem história não vive e o homem sem família vegeta. Meu muito obrigado a cada um de vocês por existirem na minha vida. Amo todos indistintamente: dos mais novos (recém-chegados) aos mais anciãos (aqueles que me ensinaram a seguir em frente mesmo quando o universo quer conspirar contra). Parafraseando nossa querida e amada Bete Balanço: “Saibam que as minhas batalhas são mais “suaves” porque sou um dos, dos Anjos”.

Filhas! Pois é, agora é no plural. E na pluralidade das coisas, a vida me torna duplamente feliz. Há quinze anos nascia você, Yasmin Gabriella (Gabyru)! Uma menina linda e adorada por todos, filha que certamente veio para me proporcionar aprendizados, para me dar juízo e maturidade. Hoje, aprendo com sua “aborrecência” que ser pai é para além das expectativas. E tu, Safira Viana (Sassá)... É com muito orgulho que te ponho no rol desses agradecimentos. Você veio na hora certa, nem antes,

nem depois...no seu tempo. E que tempo! Rs! É um alimento te ter como filha. Abrir os olhos e encontrar o seu sorriso é mágico. Amo-te! Saibam que estarei sempre inteiro para aprender e guiá-las. Amo vocês minhas meninas!

Camile Viana: A Companheira! O que falar de ti em tão poucas linhas? Seria um erro tentar sintetizar tudo o que tu representas em minha vida. Nestes últimos seis anos tenho vivido e revivido o significado da palavra AMOR. Não falo só do Amor entre homem e mulher. Falo do Amor por mim, que fizestes florescer, a partir dos momentos deliciosos que compartilhamos juntos. Através dos diálogos ricos, verdadeiros, por vezes tensos, mas que sempre se mantêm em uma linha de raciocínio inteligente e respeitosa. A cada dia entendo que a Deusa mãe nos guiou para hoje estarmos juntos. Nossa felicidade se materializou e hoje temos uma filha linda (Sassá). Obrigado pelos cuidados e ensinamentos diários. Gratidão por estar ao meu lado como mulher, amante, guia e parceira. *Love You!*

Ao amigo e compadre, Fernando Nascimento, ser humano ímpar e por quem nutro um declarado amor. Alguém que sempre esteve ao meu lado compartilhando seus saberes e conselhos. Saiba que as suas contribuições foram importantes para a realização desta e de todas as jornadas acadêmicas ao longo desses nove anos.

Simone Cruz, profissional por quem estimo um grande afeto. Pessoa ímpar. Obrigado por confiar em mim e por dedicar seu tempo, precioso, para sempre olhar por mim.

A Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM), na figura do professor Johildo Barbosa, que possibilitou e intermediou a realização desta pesquisa. Geólogo cujos estudos contribuíram deverás ao conhecimento que se tem hoje sobre a geologia da nossa Bahia. Gratidão ao geólogo e petrógrafo Antônio Marcos, que nos auxiliou em campo e colocou seu olhar técnico/microscópico em nossas lâminas. Agradeço também, ao geólogo Judiron Santiago por suas contribuições iniciais e por disponibilizar elementos que serviram para nortear esse trabalho.

Meu agradecimento especial vai para a professora Jailma Oliveira. Um ser humano maravilhoso que aprendi a admirar, respeitar e estimar mais e mais a cada dia. Não tenho dúvida de que o começo e o fim dessa jornada não teriam sido possíveis sem a sua pessoa e sem o seu profissionalismo. Serei eternamente grato por cada ensinamento, por cada conselho e por todas as vezes que precisou me ensinar que a vida

é feita de tropeços. Mas que só conseguimos caminhar dando um passo de cada vez e não ficando parado. Obrigado mesmo!

O presente trabalho foi realizado com o apoio da (CAPES). Código de financiamento 001.

## RESUMO

A área de estudo está inserida na macrounidade do Cráton do São Francisco (CSF), cuja evolução geológica encontra-se evidenciada por terrenos arqueanos e paleoproterozoicos. Nesse contexto, as rochas alcalinas da região de Jaguaquara (RARJ) compreendem uma das poucas ocorrências ígneas alcalinas existentes na porção Centro-Sul do Estado da Bahia, encaixada em rochas do Complexo Jequié localizada no bloco homônimo, próximo à transição com o Cinturão Itabuna-Salvador-Curaçá. Os trabalhos de campo, auxiliados pela petrografia, possibilitaram a individualização de dois conjuntos de litofácies: o primeiro alcalino composta por metasienito (MS), metasienito albitizado (MSa), quartzo-sienito (QS), quartzo-sienito albitizado (QSa) e albitito (Alb), e o segundo compreendendo as rochas encaixantes, em sua essência granulíticas, divididas em: kinzigitos, grunerita-gondito, formação ferrífera bandada, tremolítico, todas de origem paraderivadas e os enderbitos, charnoenderbitos e charnockitos de origem ortoderivada. Este primeiro conjunto foi afetado por processos metassomáticos hidrotermais, relacionados aos falhamentos e cisalhamentos em multi-estágios, com ascensões de fluidos. O segundo conjunto é caracterizado por apresentar enclaves máficos boudinados paralelos à foliação principal. Dentre os principais termos minerais que compõem as litofácies alcalinas, analisados na petrografia, estão a microclina, o plagioclásio, o quartzo, seguido de minerais máficos (anfíbólio, clinopiroxênio) e o minerais opacos (magnetita, ilmenita, zircão e titanita), apresentando microestrutura granoblastica granular, porfiroblástica protomilonítica. Os dados químicos permitiram classificar, quase que a totalidade das rochas alcalinas, no campo dos sienitos a quartzo monzonitos, com exceção dos albititos situados no campo dos granitos subalcalinos. São rochas peralcalinas com algumas amostras metaluminosas. Os espectros de ETR e multielementar das litofácies indicam que são cogenéticas. Por fim, há a necessidade de pesquisas mais aprimoradas, por exemplo, utilizando a geocronologia e geoquímica isotópica, para indicar idades e fontes das litofácies identificadas na região de Jaguaquara. Com isso será possível correlacionar melhor os eventos metamórficos/deformacionais registrados nas rochas alcalinas com aqueles que formaram o Bloco Jequié e o Orogeno Itabuna-Salvador-Curacá.

**Palavras-chave:** Cráton do São Francisco, Bloco Jequié, Rochas alcalinas, Petrografia e Litogeoquímica.

## ABSTRACT

The São Francisco Craton (CSF) macrounit, where the study area is, has its geological evolution evidenced by Archean and paleoproterozoic lands. In this context, the alkaline rocks of the Jaguaquara region (RARJ) comprise one of the occurrences of alkaline existing in the Center-South part of the state of Bahia, coupled with the Jequié Complex rock located in the homonymous block, close to the transition to the Itabuna-Salvador-Curaçá belt. Fieldwork, aided by petrography, enabled the individualization of two sets of lithofacies: the first alkaline composed of metasyenite (MS), albitised metasyenite (MSa), quartz-syenite (QS), albitised quartz-syenite (QSa) and albitite (Alb). Also, the second comprising the country rocks, in their granulitic essence, divided into: kinzigites, grunerite-gondite, banded iron formation, tremolithite, all of para-derived origins and the endebites, charnoenderbites and charnockites of ortho-derivative origin. Hydrothermal metasomatic processes, related to faults and multistage shear with fluid rising, affected this first set. However, boudinated mafic enclaves parallel to main foliation characterize the second set. Among the main mineral terms that compose the alkaline lithofacies, analyzed in petrography, are microcline, plagioclase and quartz, followed by mafic minerals (amphibole, clinopyroxene) and opaque minerals (magnetite, ilmenite, zircon and titanite), showing granular granoblastic microstructure, porphyroblastic protomylonitic. The chemical data allow classify, almost entirely the alkaline rocks, in the field of monzonite quartz-syenites, except the albitites placed in the sub-alkaline granite field. They are peralkaline rocks with some metaluminous samples. The ETR and multielemental spectra of lithophases show that they are cogenetic. Finally, there is a need for further research, for example using geochronology and isotopic geochemistry, to indicate ages and sources of lithofacies identified in the Jaguaquara region. With this, it will be possible to correlate, in a better way, the metamorphic/deformational events recorded in the alkaline rocks with those that formed the Jequié Block and the Itabuna-Salvador-Curaçá Orogen.

**Keywords:** São Francisco Craton, Jequié Block, Alkaline Rocks, Petrography and Lithogeochemistry.

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 2 – ARTIGO - AS ROCHAS ALCALINAS DA REGIÃO DE JAGUAQUARA – PETROGRAFIA E LITOGEOQUÍMICA, BLOCO JEQUIÉ – BAHIA, BRASIL .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 3 - ARTIGO - CONCLUSÕES.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA PESQUISAS EM GEOCIÊNCIAS, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, PORTO ALEGRE, RS, BRASIL .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO .....</b>	<b>85</b>



# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO GERAL

---

### ASPECTOS GERAIS

De acordo com Macdonald (1968), rochas magmáticas alcalinas são definidas como aquelas rochas que têm altos níveis de  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  em relação ao seu teor de  $\text{SiO}_2$ .

Segundo Paim (2014) os termos alcalino e potássico ganharam definições mais precisas com o passar do tempo. O primeiro, que outrora era referendado como sinônimo das suítes sódicas relacionadas a ambientes intra-placa, precisou ser diferenciado das suítes alcalinas com valores elevados de  $\text{K}_2\text{O}$  ou teores maiores de  $\text{Na}_2\text{O}$ . O segundo, por conter significativa variedade de composições, dentre elas os shoshonitos associados com rochas vulcânicas cálcio-alcalinas a leucititos ultrapotássicos, apresentava confusão na literatura.

Os estudos realizados por Foley *et al.* (1987) contribuíram significativamente para a classificação das rochas ultrapotássicas, trazendo a definição de que elas se diferenciavam do ponto de vista geoquímico por conterem  $\text{K}_2\text{O} > 3\%$  (buscando evitar confusão com rochas que têm uma alta relação  $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$ ); conteúdos de  $\text{MgO} > 3\%$  (para restringir a atenção as rochas máficas) e  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} > 2$  (o valor escolhido para incluir rochas do campo vulcânico Toro Ankole de Uganda). Essa classificação permitiu o agrupamento destas rochas em três subgrupos a saber: (i) lamproitos anorogênicos, proveniente do magmatismo intra-placa continental; (ii) kamafugitos associados a rifts continentais e, (iii) ultrapotássicas orogênicas, como as da Província Romana.

De acordo com Blichert-Toft *et al.* (1996), o magmatismo alcalino ocorre em todos os ambientes tectônicos, com a possível exceção das dorsais meso-oceânicas, a saber: (i) magmatismo de *rift* continental e intra-placa; (ii) magmatismo intra-placa oceânica e, (i) magmatismo alcalino relacionado a processos de subducção (associação shoshonítica de arcos de ilha e continental). A seguir será feita uma breve descrição de ambientes formadores de magmas alcalinas.

Os estágios de construção do escudo de um vulcão proposto por (Clague, 1987) mostram como o Havaí e outras ilhas havaianas evoluíram e formaram basaltos alcalinos. Estes basaltos parecem ter extravasado antes da fase de construção do escudo toleítico, a exemplo de Loihi (localizado a sudoeste da ilha do Havaí), uma vez que a ilha é transportada sobre *hot spot* pelo movimento da placa do Pacífico (Christensen, 1999; Valbracht *et al.*, 1996).

O *rift* do Quênia (Cenozóico) insere-se no ambiente de *rift* continental com associação de plumas mantélicas. A Província ígnea alcalina do Quênia esta associada ao ramo oriental do sistema de *rift* do leste africano, contendo rochas alcalinas sódicas (Baker, 1987). Cujo vulcanismo começou há cerca de 30 milhões de anos no norte de Turkana e se estendeu progressivamente para o sul.

Nesse ambiente ainda podem ser geradas outras rochas associadas às suítes alcalinas, sendo as principais ocorrências relacionadas às rochas carbonatíticas e as ultrapotássicas.

A União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS) define os carbonatitos como rochas ígneas compostas por mais de 50% de carbonato primário modal, ou seja, magmático (*sensu lato*) e contendo menos de 20% em peso de SiO<sub>2</sub> (Le Maitre 2002). Segundo Mitchell (2005), os carbonatitos estão associados à ambiente de *rift* continental sendo formados por magmas mantélicos. Cujo único vulcão ativo que se tem conhecimento esta localizado em Oldoinyo Lengai, na Tanzânia.

Dentre as rochas ultrapotássicas Le Roex *et al.* (2003), o kimberlito (Le Roex *et al.*, 2003) compreende um tipo de rocha rico em voláteis com caráter extremamente alcalino. Associa-se a ele sua importante função de transportar diamantes e xenólitos mantélicos de granada peridotito até a superfície da Terra.

Dentre os exemplos de rochas alcalinas de alto-K que se associam a zonas de subducção estão às rochas vulcânicas potássicas da Itália. De acordo com Kilburn e McGuire (2001), esse vulcanismo é resultado da colisão entre as placas Africana e Eurasiana. Apesar de sua geografia desfavorável uma grande diversidade de magmas alcalinos se faz presente tendo destaque o vulcão Etna que apresenta afinidade alcalina sódica, extravasando, sobretudo, *hawaiítos* (Gil, 2010).

Alguns exemplos conhecidos de magmatismo alcalino arqueano são: (i) sienito e *stocks* de nefelina sienito de 2,7 Ga (Mitchell, 1976), localizado em Ontário na província centro-leste do Canadá; (ii) Diques lamprófiros de 2,7 Ga (Harris, 1981, Watkeys e Armstrong, 1985), localizados no Zimbabué, África do Sul; (iii) Carbonatitos de 2,58 Ga (Patchett *et al.*, 1981), localizado na Finlândia Oriental e, (iv) Sienitos e *stocks* de nefelina sienito de 2,7 (Blichert-Toft *et al.*, 1995, Nielsen e Rosing, 1990, Nutman e Rosing, 1994), localizado em Skjoldungen, sudeste da Groenlândia. Cabe destacar a ocorrência dos sienitos paleoproterozoicos do sul do Cráton do São do Francisco (Jordt-Evangelista, 2000) por se tratarem das únicas ocorrências, no Brasil, de magmatismo alcalino dessa idade fora do território baiano.

A tabela I.1 a seguir, mostra um resumo de algumas ocorrências mundiais de corpos sieníticos entre o Arqueano e o Paleoproterozoico.

**Tabela I. 1.** Distribuição mundial dos corpos sieníticos. Referências: 1. Laflèche *et al.*, 1991; 2. LeCheminant, 1987; 3. Cousens *et al.*, 2001; 4. Peterson *et al.*, 2002; 5. Ren *et al.*, 2005; 6. Tchameni, *et al.*, 2001; 7. Lauri, 2004; 8. Petrovsky *et al.*, 2009; 9.

Éon / Era	Litofáceis	Ocorrência	Localização	Referências
Paleoproterozóico	Sienitos	Associados a lamprófiros ultrapotássicos	Oeste da Província Churchill - Canada	[2, 3, 4]
Paleoproterozóico	Sienitos		Província Liaoning - China	[5]
Paleoproterozóico	Sienitos Anorogênicos		No norte do Craton do Congo - Camarões	[6]
Paleoproterozóico	Sienitos Anorogênicos		Escudo Fennoscandian - Finlândia	[7]
Arqueano	<i>Greenstone belt</i>		Abitibi - Canada	[1]
Arqueano	Sienitos Anorogênicos		Península de Kola - Rússia	[8, 9]

**Fonte:** Autor

Diversos autores (e.g. Conceição; 1990, 1993, Rosa; 1999, Rios, 2002 e Plá Cid, 1994, 1999) atestam um maior conhecimento acerca do magmatismo alcalino paleoproterozoico por terem se posicionado posteriormente a orogenia paleoproterozoica (2,1 Ga) de acordo com Peucat *et al.* (2011) e por constituir corpos, em geral, de grandes dimensões (Peixoto, 2017). Segundo Peixoto (2017) a idade deste

magmatismo, fica em torno de 2,1 Ga, correspondendo a sienitos *hipersolvus* potássicos e ultrapotássicos, monzonitos potássicos, lamprófios ultrapotássicos e granitos alcalinos.

O magmatismo alcalino neoproterozoico colocou-se, após o pico da Orogenia Brasileira (600 a 550 M.a), nas faixas de dobramento e cavalgamento que circundam o Cráton do São Francisco. Esse magmatismo constitui predominantemente corpos de nefelina-sienitos, associados à presença dos raros sodalita-sienitos de cor azul, no sul da Bahia (Conceição e Otero, 1996, Peixoto 2005, Oliveira 2010). Segundo (Peixoto, 2005), recentemente foi identificada a presença de kimberlitos neoproterozoicos no Bloco Serrinha.

### **Objetivos**

Os estudos acerca das rochas alcalinas neoproterozoicas presentes no sul da Bahia iniciados por Fujimori (1967) ganharam grandes contribuições ao longo do tempo, sobretudo na denominada Província Alcalina do Sul da Bahia (PASEBA) terminologia grafada por Silva *et al.* (1974).

O magmatismo alcalino paleoproterozoico, devido a sua colocação posterior a Orogenia Riacciana-Orosiriana, e por constituir corpos de grandes dimensões, é bem mais conhecido e correspondem a sienitos *hipersolvus* potássicos e ultrapotássicos, monzonitos potássicos, lamprófios ultrapotássicos e granitos alcalinos (Conceição, 1990, 1993; Rosa, 1999; Rios, 2002; Plá Cid, 1994, 1999). Esses corpos são intrusivos em terrenos gnáissico-migmatíticos ou granulíticos e possuem idades em torno de 2,1 Ga.

No entanto, a história das rochas alcalinas arqueanas é pouco conhecida. Nesse sentido o objetivo desse trabalho é proceder ao mapeamento geológico das rochas alcalinas, até então não cartografadas na região de Jaguaquara bem como caracterizar petrográfica e litogeoquimicamente a zona magnética anômala associada a esses litotipos e suas encaixantes granulíticas.

Objetivos específicos:

- a) Descrever os litotipos encontrados na área de estudo;
- b) Realizar estudo petrográfico para explicar suas relações mineralógicas e texturais dos litotipos alcalinos, com ênfase na caracterização do magma;

- c) Estudar petrograficamente as rochas granulíticas encaixantes caracterizando suas relações mineralógicas e texturais;
- d) Estudos geoquímicos de elementos maiores e traço, visando definir o comportamento destes elementos com a evolução magmática das rochas alcalinas;
- e) Sugerir o ambiente tectônico propício à colocação intrusiva dessas rochas.

## **Materiais e Métodos**

Essa pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Bahia em parceria com a Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM), desenvolvida ao longo de 24 meses, visando alcançar os objetivos propostos conforme descrição a seguir:

**Estudos preliminares** – para a realização desses estudos executou-se: (a) estudos bibliográficos, visando uma melhor compreensão acerca da geologia da área de estudo e das rochas alcalinas através do levantamento das principais publicações que lidam com essas rochas; (b) pesquisas dos produtos de sensoriamento remoto existentes na zona de transição entre os Blocos Jequié e Itabuna–Salvador–Curaçá, utilizando-se fotografias aéreas pancromáticas, além de imagens de SRTM - Landsat e Radar, e de levantamentos aerogeofísicos (Mag e Gama) disponíveis; (c) interpretação de mapas, relatórios de projetos, artigos e publicações em congressos e reuniões científicas, documentos que diziam respeito à geologia da região e sobre a presença de rochas alcalinas em terrenos granulíticos.

**Trabalhos de Campo e Mapeamento geológico** – inicialmente, foi realizado o reconhecimento geológico da área objeto de estudo a partir do Mapa Geológico da Bahia escala: 1.000.000 (CPRM – Serviço Geológico do Brasil e CBPM – Companhia Baiana de Pesquisa Mineral) com foco nas folhas planialtimétricas de Jequié e Jaguaquara. Aliado a isso, por meio de um mapa de semi-detalle (1:10.000) confeccionado pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM) foi possível proceder a confecção do imageamento geológico que foi realizado em uma etapa de campo de 2 dias, foram utilizados dados existentes no acervo CBPM e, através de seções geológicas foram verificadas informações de trabalhos anteriores e adquiridos dados complementares. Utilizando o GPS (Sistema de Posicionamento Global), os

pontos descritos foram localizados geograficamente nas cartas topográficas na escala 1:100.000 do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia. Nessas cartas também foram posicionados – os pontos amostrados em levantamentos geológicos do acervo bibliográfico.

**Estudos Petrográficos** – para a realização dos estudos de litografias foram coletadas 14 amostras de rochas durante a etapa de campo, cujos estudos petrográficos permitiram: (i) identificar os minerais constituintes; (ii) caracterizar e detalhar a mineralogia das rochas alcalinas analisadas e definir suas litofácies; (iii) reconhecer os litotipos, as microestruturas e as reações metamórficas envolvidas na formação dos mesmos e, (iv) determinar as paragêneses metamórficas das encaixantes granulíticas e as etapas do metamorfismo.

O mapa geológico simplificado da região estudada (Figura II.4), mostra os pontos visitados por esta dissertação e a distribuição espacial das amostras coletadas para as análises petrográficas e químicas.

**Análises Químicas de Rocha / Litogeoquímica** – para obter informações acerca da litogeoquímica das rochas da área foram utilizadas análises químicas para os elementos maiores, menores, traços e Terras Raras (ETR) no laboratório da GEOSOL – Geologia e Sondagens Ltda, e análises de fluorescência de raios X, absorção atômica e ICP–MS sobre as rochas em pauta. Por fluorescência de raios X determinou-se os teores de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, e os teores dos elementos traços V, Rb, Ba, Sr, Ga, Nb, Zr, Y e Th, com uma precisão próxima de 100% nos primeiros, e de até 1 ppm nos últimos. Os ETR foram determinados por ICP–MS através da espectrometria de absorção atômica calculando-se assim, os teores de Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O, inclusive procurando-se complementar as análises de ICP–MS e à fluorescência de raios X. No que se refere ao tratamento dos dados, optou-se por uma descrição separada de cada fácies afim de uma melhor compreensão acerca da distribuição geoquímica desses corpos alcalinos e para proceder uma melhor comparação das rochas granulíticas mapeadas por este trabalho e as rochas granulíticas estudadas por Macedo (2006). Os *softwares* MS Excel 2010<sup>®</sup> e GCDKit 4.0<sup>®</sup> foram utilizados para o tratamento dos dados químicos.

A Tabela I. 2 apresenta a relação das amostras coletadas em campo, as litofácies relacionadas, bem como as análises que foram realizadas.

Foram selecionadas 18 amostras, sendo 14 das litofácies alcalinas e 04 dos granulitos encaixantes, tendo como objetivo analisar e caracterizar os magmas geradores das rochas alcalinas em foco, assim como dos protólitos pré-metamórficos das litofácies encaixantes.

**Confecção e Defesa da Dissertação** – ao longo desse estudo que envolve a integração dos dados supracitados foi possível apresentar o desenrolar da pesquisa em eventos como: (i) Congresso da UFBA 2017 – Pesquisa, Ensino e Eextensão; (ii) 27º Simpósio de Geologia do Nordeste – II Simpósio Brasileiro de Sismologia – 2017 e; (iii) IV Semana da Pós Graduação em Geologia (UFBA - 2017). O que possibilitou acumular dados e conhecimentos para a elaboração da dissertação. A integração de todos os dados analisados possibilitaram entender a história evolutiva da área de estudo bem como, através dos dados, adaptar o mapa pretérito e desta forma concluir o trabalho com a defesa da dissertação de mestrado.

**Tabela I. 2.** Relação das amostras coletadas em campo e suas respectivas análises.

Amostras	Litofácies	Petrografia	Química
Quartzo-sienitos albitizados			
BM-R-231			X
CM-R-012			X
BM-R-118		X	X
BM-R-214			X
BM-R-215		X	X
BM-R-234		X	X
BM-R-236			X
BM-R-279		X	X
BM-R-402			X
BM-R-406		X	X
RA-011		X	
RA-015		X	
Metasienitos			
BM-R-422			X
BM-R-519		X	X
BM-R-538		X	X
RA-004		X	
RA-005		X	

Albititos		
BM-R-282		X
RA-006		
Granulitos heterogêneos		
BM-R-058	X	X
BM-R-128	X	X
BM-R-139	X	X
BM-R-180	X	X
RA-002	X	
RA-003.1	X	
RA-007	X	
RA-013	X	
RA-014	X	

**Fonte:** Autor

Com o intuito de facilitar o entendimento do leitor, optou-se por dividir esta dissertação em dois capítulos. O primeiro visa fazer uma explanação geral das ideias presentes neste trabalho, além de apresentar uma introdução geral acerca do objeto de estudo bem como suas características relacionadas aos objetivos, justificativas e metodologias. O segundo trata o assunto da pesquisa sob a forma de artigo para ser submetido à Revista de Geologia da USP – Série Científica, dando enfoque ao estudo petrográfico e ao tratamento litogeoquímico das rochas alcalinas em foco.

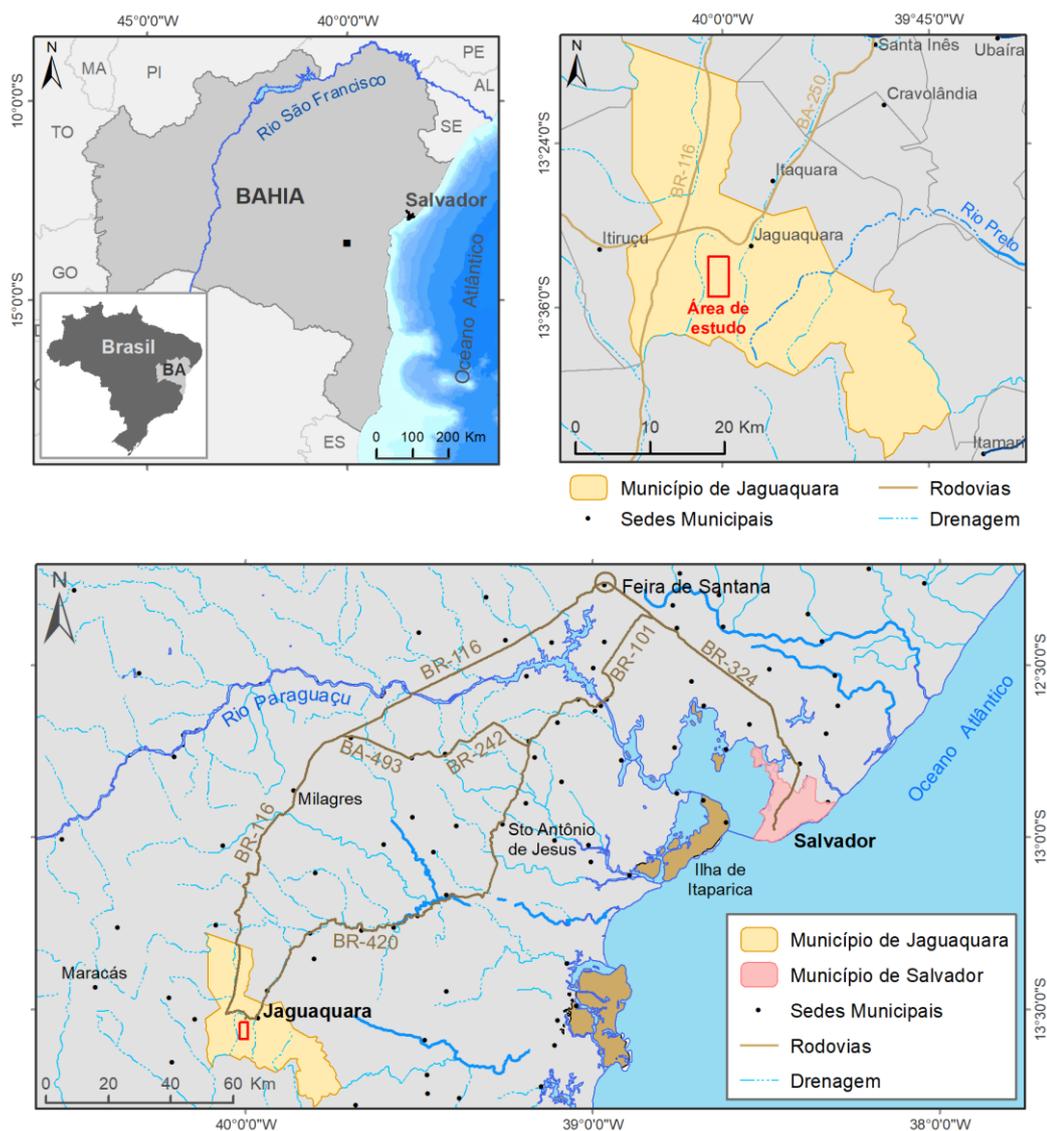
### **Localização e Via de Acesso**

As rochas alcalinas da região de Jaguaquara (**RARJ**) compreendem uma das ocorrências ígneas alcalinas existentes na porção Centro-Sul do Estado da Bahia. Elas estão localizadas em duas cartas planialtimétricas do IBGE ambas na escala de 1:100.000, quais sejam: (i) folha topográfica SD-24-V-D-IV (Jequié) situada entre os paralelos 13° 30' S e 14° S e meridianos 40° 30' W e 40° W e (ii) folha topográfica SD-24-V-D-V (Jaguaquara) situada entre os paralelos 13° 30' S e 14° S e meridianos 39° 30' W e 40° W.

O acesso à área de estudo, partindo de Salvador, pode ser realizado pela BR-324 até a confluência com a BR-101. Segue-se por esta rodovia, passando pelo município de Santo Antônio de Jesus, até o entroncamento com a BR-420. Por meio desta via percorre-se cerca de 110 km até o município de Jaguaquara. Outra opção de acesso,

partindo da capital baiana, é utilizar rodovia BR-324 até a cidade de Feira de Santana. Daí se segue pela BR-116, sentido sul, passando pelo município de Milagres até a interseção com a BR-420, alcançando-se o município de Jaguaquara (Figura I. 1).

**Figura I. 1.** Mapa de localização e situação. Em destaque área de estudo.



Fonte: Autor

## REFERÊNCIAS

- Baker, B. H. (1987). Outline of the petrology of the Kenya Rift alkaline province. In: Fitton, J. G. & Upton, B. G. J. (eds.) *Alkaline igneous rocks*. London: Geological Society of London Special Publication **30**, 293 – 311.
- Blichert-Toft, J., Rosing, M.T., Leshner, C.E. and Chauvel, C., 1995. Geochemical constraints on the origin of the late Archean Skjoldungen alkaline igneous province, SE Greenland. *J. Petrol.*, 36: 515-561.
- Blichert-Toft, J.; Arndt, N. T.; Ludden, J.N. (1996) Precambrian alkaline magmatism. *Lithos*, 2/3: 97-111.
- Clague, D. A. (1987). Hawaiian alkaline volcanism. In: Fitton, J. G. & Upton, B. G. J. (eds.) *Alkaline igneous rocks*. London: Geological Society of London Special Publication 30, 227–252.
- Conceição, H. (1990). *Pétrologie du Massif Syénitique d’Itiuba, Contribution à l’étude Minéralogique des Roches Alcalines dans l’Etat de Bahia (Brésil)*. These Doct. Univ. Paris Sud, Orsay, France, 393p.
- Conceição, H. 1993. Sienitos do Estado da Bahia: Um epítome e interpretação à luz do conhecimento atual. *Anais do II Simpósio do CSF, Salvador*, p. 52-55.
- Cousens, B.L.; Aspler, L.B.; Chiarenzelli, J.R.; Donaldson, J.A.; Sandeman, H.; Peterson, T.D.; Lecheminant, A.N. (2001) Enriched Archean lithospheric mantle beneath western Churchill Province tapped during Paleoproterozoic orogenesis: *Geology*, 29: 827-830.
- Foley, S.F.; Venturelli, G.; Green, D.H.; Toscani, L. (1987) The ultrapotassic rocks: characteristics, classification and constrains for petrogenetic models. *Earth Sci. Rev.*, 24: 81-134.
- Fujimori, S. (1967). Rochas alcalinas do sul do Estado da Bahia. Notas preliminares e estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro, DMG, DNPM, 141 p.
- Gill, R. (2010). *Igneous rocks and processes: a practical guide*. Wiley-Blackwell.
- Harris, J.F., 1981. Summary of the Geology of Tanganyika. Part IV. Economic Geology. *Mem. Geol. Surv. Tanganyika*, I, 143 PP.
- Jordt-Evangelista, H.; Peres, G.G.; Macambira, M.J.B. (2000) Pb/Pb single zircon dating of paleoproterozoic calc-alkaline/alkaline magmatism in the southeastern São Francisco Craton region, Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, 30 (1): 174-176.
- Kilburn, C. J. & McGuire, W. J. (2001). *Italian volcanoes*. Harpenden: Terra Publishing.

Lafli che, M.R.; Dupuy, C.; Dostal, J. (1991) Archean orogenic ultrapotassic magmatism: an example from the southern Abitibi greenstone belt. *Precam. Res.*, 52: 71-96.

Lauri, L. S. (2004) Petrogenesis of felsic igneous rocks associated with the Paleoproterozoic Koillismaa layered igneous complex, Finland. Academic dissertation, University of Helsinki, Finland.

Le Maitre, R. W. (2002). *Igneous rocks – a classification and glossary of terms. Recommendations of the IUGS subcommission on the Systematics of Igneous Rocks.* Cambridge: Cambridge University Press. 2nd edn.

Le Roex, A. P., Bell, D. R. & Davis, P. (2003). Petrogenesis of group I kimberlites from Kimberley, South Africa: evidence from bulk - rock geochemistry. *Journal of Petrology* 44, 2261 – 2286.

Macdonald, G.A., 1968. Composition and origin of Hawaiian Lavas. *Geol. Soc. Am., Mem.*, 116: 477 - 522.

Mitchell, R.H., 1976. Potassium-argon geochronology of the Poohbah Lake alkaline complex, northwestern Ontario. *Can. J. Earth Sci.*, 13: 1456-1459.

Mitchell, R. H. (2005). Carbonatites and carbonatites and carbonatites. *Canadian Mineralogist* 43, 2049 – 2068.

Nielsen, T.F.D. and Rosing, M.T., 1990. The Archaean Skjoldungen alkaline province, South-East Greenland. *Geol. Surv. Greenland Intern. Rep.*, 148: 93-100.

Nutman, A.P. and Rosing, M.T., 1994. SHRIMP U-Pb zircon geochronology of the late Archaean Ruinneset syenite. Skjoldungen alkaline province, southeast Greenland. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 58: 3515-3518.

Paim, M. M. Maciço de Cara Suja: Expressão do Magmatismo Alcalino Potássico Pós-colisional no Sudoeste da Bahia. 258 f. Tese (Doutorado em Geologia) Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador (2014).

Patchett, P.J., Kouvu, O. Hedge, C.E. and Tatsumoto, M., 1981. Evolution of continental crust and mantle heterogeneity: evidence from Hf isotopes. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 78: 279-297.

Peixoto, A. A. Aspectos geológicos, petrológicos e geoquímicos do plutonismo miasqu tico brasileiro da região sul do estado da Bahia: batólito sienítico Itabuna. 2005. 134 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

Peixoto, A. A. Plutonismo Brasileiro da região de Itabuna, Bahia: geologia, petrologia e geoquímica / Adriana Almeida de Peixoto; organizadores, Dante Severo Giudice, Icalmar Vianna. – Salvador: CBPM, 2017. 70 p.: il. color. – (Série publica es especiais; 19)

- Plá Cid, J., 1994. Magmatismo Granítico Alcalino de Campo Alegre de Lourdes: Petrografia, Mineraloquímica e Geoquímica. Dissertação de Mestrado, UFBA. 180p.
- Plá Cid, J. 1999. Mineralogia e Petrografia das Associações Alcalinas na Borda do Norte-Nordeste do Cráton do São Francisco. Tese de Doutorado em Geociências, UFRGS/CNPq. 220p.
- Peterson, T.D.; Van Breemen, O.; Sandeman, H.; Cousens, B. (2002) Proterozoic (1.85-1.75 Ga) igneous suites of the Western Churchill Province: granitoid and ultrapotassic magmatism in a reworked Archean hinterland. *Precamb. Res.*, 119: 73-100.
- Petrovsky, M.N; Mitrofanov, F.P.; Petrovskaya, L.S.; Bayanova, T.B. (2009) New massif of Archean alkaline syenites in the Murmansk domain of the Kola peninsula. *Doklady Earth Sciences*, 424 (1): 77-81.
- Ren, K.; Yan, G.; CAI, J.; Mu, B.; LI, F.; Gu, L.; Zhao, F.; Chu, Z. (2005) Geochemical and Sr-Nd isotopic study of alkaline syenites in Liangtun-Kuangdonggou, Liaoning Province, China: Evidence for enriched mantle before 1.86 Ga and implications. *Chinese Journal of Geochemistry*, 24 (3): 232-242.
- Ribe, N. M. & Christensen, U. R. (1999). The dynamical origin of Hawaiian volcanism. *Earth and Planetary Science Letters* 171, 517 – 531.
- Rios, D.C. (2002). Granitogênese no Núcleo Serrinha, Bahia, Brasil: Geocronologia e Litogeoquímica. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. Tese de Doutorado, 233p.
- Rosa, M.L.S., 1999. Geologia, Geocronologia, Mineralogia, Litogeoquímica e Petrologia do Batólito Monzo-Sienítico Guanambi-Urandi (SW-Bahia). Tese de Doutorado. CPG em Geologia, IGEO-UFBA. Salvador-BA, 186p.
- Silva, M.A.F., Moraes, O.F., Gil C.A.A. e Santos R.A. 1974. Projeto Sul da Bahia: relatório final. Folha SD.24-Y-D. DNPM-CPRM. p. 164.
- Tchameni, R., Mezger, K., Nsifa, N.E. and Pouclet, A. (2001) Crustal origin of early Proterozoic syenites in the Congo craton (Ntem Complex), southern Cameroon. *Lithos*, 57: 23-42.
- Valbracht, P. J., Staudigel, H., Honda, M., McDougall, I. & Davies, G. R. (1996). Isotopic tracing of volcanic source regions from Hawaii: Decoupling of gaseous from lithophile magma components. *Earth and Planetary Science Letters* 144, 185 – 198.
- Vetrin, V.R. & Rodionov, N.V. (2009) Geology and geochronology of neoproterozoic anorogenic magmatism of the Keivy structure, Kola Peninsula. *Petrology*, 17 (6): 537-557. WIEDEMANN, C.M. (1993) The evolution of the Early Paleozoic, late- to post-collisional magmatic arc of Coastal Mobile Belt, in the State of Espírito Santo, Eastern Brazil. *An. Acad. bras. Ci.*, 65 (1):163-181.

Watkeys, M.K. and Armstrong, R.A., 1985. The importance of being alkaline - deformed late Archaean lamprophyric dykes, Central Zone, Limpopo Belt. *Trans. Geol. Soc. S. Afr.*, 88: 195-206.

**CAPÍTULO 2**

**ARTIGO – AS ROCHAS ALCALINAS DA REGIÃO DE  
JAGUAQUARA – PETROGRAFIA E LITOGEOQUÍMICA,  
BLOCOJEQUIÉ – BAHIA, BRASIL.**

---

*The alkaline rocks of the Jaguaquara region – petrography and  
lithochemistry, Jequié block - Bahia, Brazil*

Título Curto: As Rochas Alcalinas da Região de Jaguaquara

Robson Mauro dos Anjos

Universidade Federal da Bahia – Bahia – Brasil

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina. CEP: 40170-020. Salvador – Bahia.

E-mail: [mrobsonanjos@gmail.com](mailto:mrobsonanjos@gmail.com)

Telefone: (71) 3283-8589

Jailma Santos de Souza de Oliveira

Universidade Federal da Bahia – Bahia – Brasil

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina. CEP: 40170-020. Salvador – Bahia.

E-mail: [jailma.souza@ufba.br](mailto:jailma.souza@ufba.br), [jailmasouza@gmail.com](mailto:jailmasouza@gmail.com)

Telefone: (71) 3283-8589

Número de Palavras: 8.335

Número de Figuras: 19

Total de Tabela: 2

## RESUMO

A taxa de crescimento da crosta continental é definida por processos endógenos. Dentre estes processos estão à geração de magmatismo alcalino cuja evolução reflete a interação entre quase toda a crosta terrestre. Na Bahia evidências deste magmatismo estão presentes desde o Arqueano até o Neoproterozoico. Porém, devido a sua complexidade de formação, são poucas as informações acerca das rochas alcalinas arqueanas. Nesse contexto, as rochas alcalinas da região de Jaguaquara (**RARJ**), cerne deste trabalho, encontram-se inseridas no Complexo Jequié (CJ) localizada no bloco homônimo, próximo à transição com o Cinturão Itabuna-Salvador-Curaçá (CISC). Associado a estas rochas estão os litotipos granulíticos encaixantes para e ortoderivados. O CJ apresenta idades U-Pb (SHRIMP) entre 2,81 Ga e 2,68 Ga nas suítes charnockítico-enderbíticas. A principal história metamórfico-deformacional registrada foi resultado de processos ocorridos na denominada Orogênese Paleoproterozoica. O presente estudo visa caracterizar do ponto de vista petrográfico e geoquímico os litotipos alcalinos. Os estudos petrográficos possibilitaram a individualização de dois conjuntos de litofácies: o primeiro é alcalino sendo composta por metasienito (**MS**), metasienito albitizado com magnetita (**MSa**), quartzo-sienito (**QS**), quartzo-sienito albitizado (**QSa**) e albitito (**Alb**), e a segunda compreende as rochas encaixantes, em sua maioria granulíticas sendo divididas em: kinzigitos, BIFs e tremolítico, todas de origem paraderivada e os enderbitos, charnoenderbitos e charnockitos de origem ortoderivada. A área de estudo é marcada por processos metassomáticos hidrotermais, os quais se relacionam a falhamentos e cisalhamentos ocorridos em estágios diversos, gerando ascensão de fluidos. A petrografia do primeiro conjunto é marcada por minerais de microclina, por vezes pertítica, plagioclásio (ortoclásio), quartzo, além de magnetita e ilmenita como minerais opacos. Os estudos litogeoquímicos classificaram as litofácies alcalinas, em sua maioria, como sienitos a quartzo monzonitos do tipo alcalino, peralcalinos com algumas amostras metaluminosas. O paralelismo observado entre os espectros dos diagramas multielementares e ETR suportam a ideia de que as rochas alcalinas são cogenéticas, e que reflete a assinatura geoquímica da fonte geradora dos magmas que deram origem a estas rochas. Por fim, se faz necessário pesquisas mais aprimoradas, por exemplo, a geocronologia e geoquímica isotópica, para indicar idades e fontes das litofácies identificadas na região de Jaguaquara. Com isso será possível correlacionar melhor os eventos

metamórficos/deformacionais registrados nas rochas alcalinas com aqueles que formaram o Bloco Jequié e o Orogênio Itabuna-Salvador-Curacá.

**Palavras-chave:** Magmatismo alcalino, Arqueano, Orogênese Paleoproterozoica, Litofácies, Litogeoquímica.

### ABSTRACT

Endogenous processes define the growth rate of the continental crust. Among these processes is alkaline magmatism whose evolution reflects the interaction between almost the entire earth's crust. In Bahia, evidence of this magmatism is present from the Archean to the Neoproterozoic. However, due to their formation complexity, there is little information about Archean alkaline rocks. In this context, the Jequié Complex (CJ), located in the homonymous block, contains the alkaline rocks of the Jaguaquara region (RARJ), the core of this work, that are close to the transition with the Itabuna-Salvador-Curacá Belt (CISC). Para- and ortho-derived country rocks of granulitic lithotypes are in association with these rocks. CJ has U-Pb ages (SHRIMP) between 2.81 Ga and 2.68 Ga in Charnokitic-Enderbitic Suites. The main metamorphic-deformational history recorded was the result of processes occurring in the so-called Paleoproterozoic Orogenesis. The present study aims to characterize the alkaline lithotypes from the petrographic and geochemical point of view. The petrographic studies made it possible to individualize two sets of lithofacies. The first is alkaline and is composed of metasyenite (MS), albitised metasyenite with magnetite (MSa), quartz-syenite (QS), albitised quartz-syenite (QSa) and albitite (Alb). The second one comprises the country rocks, mostly granulitic being divided into: kinzigites, BIFs and tremolite, all of para-derived origin and of orthoderivative origin the enderbites, charnoenderbites and charnockites. Hydrothermal metasomatic processes mark the study area, which relate to faults and shear occurred in various stages, generating fluid rising. Microclitic minerals, sometimes perthitic, plagioclase (orthoclase), quartz, plus magnetite and ilmenite as opaque mineral constitute the petrography of the first. Lithogeochemical studies have classified the alkaline lithofacies, mostly, as syenites to quartz-monzonites of alkaline type, peralkaline with some metaluminous samples. The parallelism observed between the multi-element and ETR diagram spectra supports the

idea that the alkaline rocks are cogenetic, and that reflects the geochemical signature of the source of the magmas that gave rise to these rocks. Finally, there is a need for further research, for example isotopic geochronology and geochemistry, to indicate ages and sources of lithofacies identified in the Jaguaquara region. With this, it will be possible to correlate, in a better way, the metamorphic/deformational events recorded in the alkaline rocks with those that formed the Jequié Block and the Itabuna-Salvador-Curacá Orogen.

**Keywords:** Alkaline Magmatism, Archean, Paleoproterozoic Orogenesis, Lithofacies, Lithogeochemistry.

## INTRODUÇÃO

O magmatismo alcalino ocupa um lugar especial entre os diversos processos endógenos que definem a taxa de crescimento da crosta continental (Balashov e Glaznev, 2004), uma vez que a evolução desses magmas reflete claramente a interação entre quase toda crosta terrestre.

De acordo com Laznicka (2006), as rochas alcalinas são raras (menos de 1% das rochas magmáticas por volume e área de ocorrência) estando em sua maioria, concentradas em regiões onde são encontradas crosta continental estável, em particular ligadas a formação de *graben/horst*.

Rochas alcalinas, de uma maneira geral, são subsaturadas em  $\text{SiO}_2$  e possuem valores elevados de  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ , que se acomoda nos feldspatos, nos feldspatóides, nos piroxênios e anfibólios sódicos ou outras fases ricas em álcalis (Winter, 2010). São peralkalinas e, subordinamente metaluminosas. Podem ser classificadas como agpaíticas se a proporção catiônica entre  $(\text{Na} + \text{K})/\text{Al}$  for maior que 1 ou miascíticas se  $(\text{Na} + \text{K})/\text{Al}$  for menor que 1 (Wernick, 2004). Apresentam enriquecimento em elementos incompatíveis, elementos litófilos e metais raros como Nb, Ta, Zr, ETR + Y, Th, U, Be, Hf (Laznicka, 2006).

Os estudos acerca destas rochas alcalinas, na Bahia, têm seus primeiros registros científicos gravados por Fujimori (1967). O referido autor localizou quatro corpos alcalinos ao Sul da Bahia: Santa Cruz da Vitória (ricos em nefelina), Itaju do Colônia (composto por sodalita sienito), Potiraguá, e Itabuna. A partir daí, ampliou-se as pesquisas de geologia básica, na região, com o fito de desenvolver os conhecimentos a respeito destas rochas. Os estudos de Silva Filho *et al.*, (1974), permitiram a terminologia de Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia (PASEBA) através da integração de dados disponíveis sobre estas rochas.

De acordo com Peixoto (2017), as evidências de suítes magmáticas alcalinas, na Bahia, são presentes desde o Arqueano até o Neoproterozoico, no entanto, devido a sua complexidade de formação, pouco ainda se conhece sobre as rochas alcalinas arqueanas. Estas rochas correspondem a monzonitos de afinidade shoshonítica (Barbosa, 1986) e de álcali-granitos a faialita (Marinho, 1991) que foram metamorfisados em fácies granulitos.

Diversos autores (e.g. Conceição; 1990, 1993, Rosa; 1999, Rios, 2002 e Plá Cid, 1994, 1999, Peucat *et al.* (2011)) atestam um maior conhecimento acerca do magmatismo alcalino paleoproterozoico por terem se posicionado posteriormente a orogenia paleoproterozoica (2,1 Ga) e por constituir corpos, em geral, de grandes dimensões (Peixoto, 2017). Segundo Peixoto (2017) a idade deste magmatismo, fica em torno de 2,1 Ga, correspondendo a sienitos hipersolvus potássicos e ultrapotássicos, monzonitos potássicos, lamprófiros ultrapotássicos e granitos alcalinos.

O magmatismo alcalino neoproterozoico colocou-se, após o pico da Orogenia Brasileira (600 a 550 M.a), nas faixas de dobramento e cavalgamento que circundam o Cráton do São Francisco. Esse magmatismo constitui predominantemente corpos de nefelina-sienitos, associados à presença dos raros sodalita-sienitos de cor azul, no sul da Bahia (Conceição e Otero, 1996, Peixoto 2005, Oliveira 2010).

Na região de Jaguaquara, centro sul da Bahia, ocorrem rochas granulíticas com interposição de litologias alcalinas que, em trabalhos preliminares, exibiram uma composição sienítica composta essencialmente por microclina e clinopiroxênio. Nela também foram observados processos de albitização conjugado com óxido de ferro e associados à presença de minerais típicos de processos hidrotermais, a exemplo da monazita, da apatita, e do epidoto. Através de estudos geofísicos, outro fato identificado

na área foi à presença de uma anomalia aeromagnética, que foi associado a processos de albitização.

A importância científica acerca da ocorrência de rochas alcalinas na área de estudo se deve ao fato de não haver registros mencionados na literatura ou em trabalhos realizados anteriormente sobre o magmatismo alcalino presente na área de estudo e ao fato desta área estar inserida na zona de contato entre dois importantes segmentos cratônicos: o Bloco Jequié e o Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá.

## **GEOLOGIA REGIONAL**

No contexto regional, a área objeto deste trabalho está inserida na macrounidade geotectônica do Cráton do São Francisco (CSF) (Almeida 1967,1977) apresentado na figura 1. De acordo com Barbosa *et al.*, (2003) esta unidade abrange principalmente os estados da Bahia e de Minas Gerais, sendo a mais bem exposta e estudada unidade do embasamento da Plataforma Sul-Americana. O CSF foi consolidado no final do Ciclo Geotectônico Paleoproterozoico, de idade entre 1,8 a 2,4 Ga (Mascarenhas e Garcia, 1989).

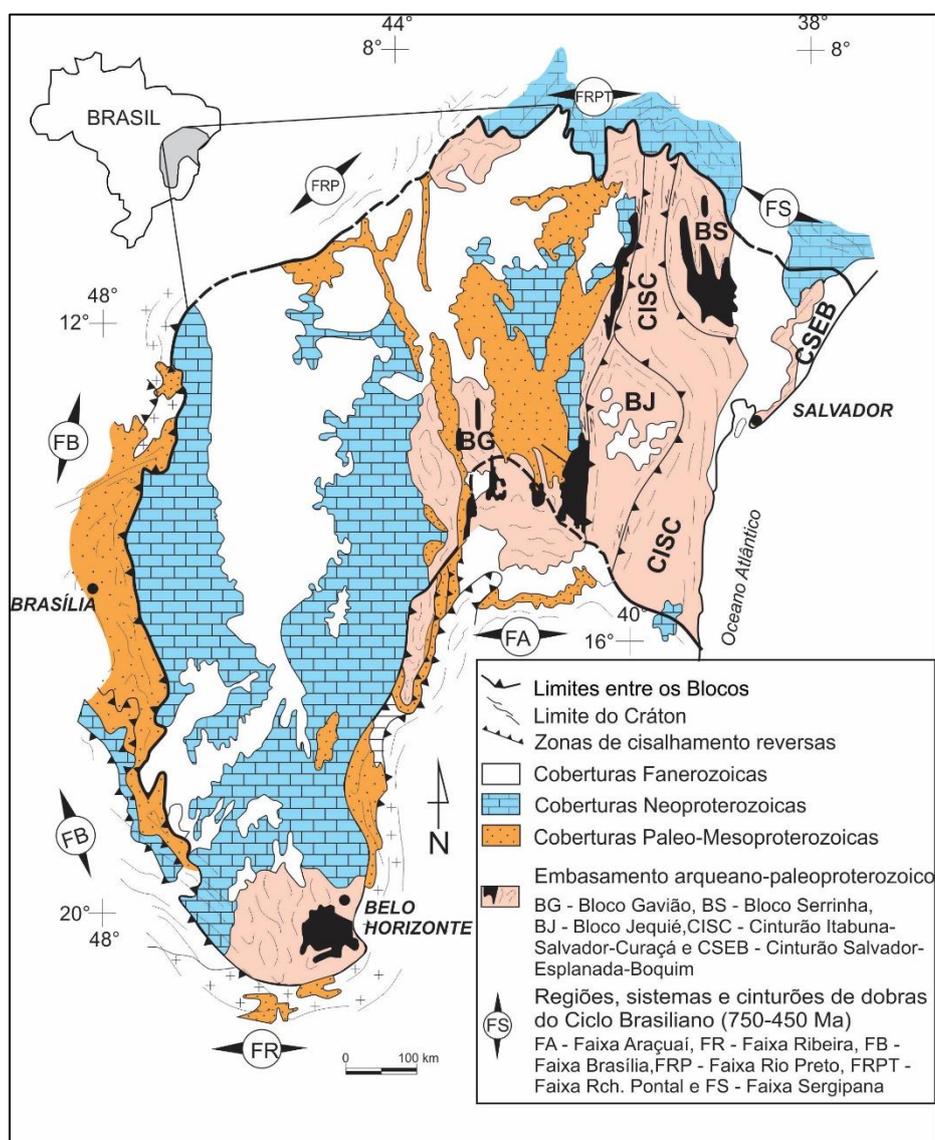
As pesquisas acerca do CSF, no território baiano, são atribuídas a diversos autores dentre eles, Barbosa e Sabaté (2002, 2004). Os referidos autores separaram e destacaram quatro segmentos crustais de idade arqueana (Figura II. 1), cuja as evoluções são distintas e compõem a extensa faixa de embasamento cristalino alongado na direção norte-sul. Estes blocos estão assim denominados: (i) Bloco Gavião (BG) (Marinho e Sabaté, 1982); (ii) Bloco Serrinha (BS) (Barbosa e Sabaté, 2002, 2004); (iii) Bloco Jequié (BJ) (Pedreira et al. 1976, Barbosa 1995) e, (iv) Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá (BISC) (Barbosa e Sabaté 2002).

A Orogênese Paleoproterozoica foi responsável pela amalgamação dos quatro segmentos crustais arqueanos supracitados. A formação das bacias de Jacobina e Contendas-Mirante, foi resultado dos processos deformacionais ocorridos no paleoproterozoico (2,08 G.a) devido a convergência entre os blocos Gavião e Jequié (Barbosa e Sabaté, 2002, 2004).

A área de estudo exposta na figura 2, está inserida no Bloco Jequié. Desta forma, esta unidade será resumidamente descrita a seguir.

O Bloco Jequié (Figura II. 2), situa-se a SE-SSW do Cráton do São Francisco. De acordo com Cordani (1985 *apud* Oliveira, 2014) o BJ corresponde a uma unidade composta por rochas metamórficas diversas, orientadas na direção norte-sul, que inicialmente fora denominada de Complexo Jequié.

**Figura II. 1.** Cráton São Francisco com os principais compartimentos tectônicos do seu embasamento e as faixas brasileiras.



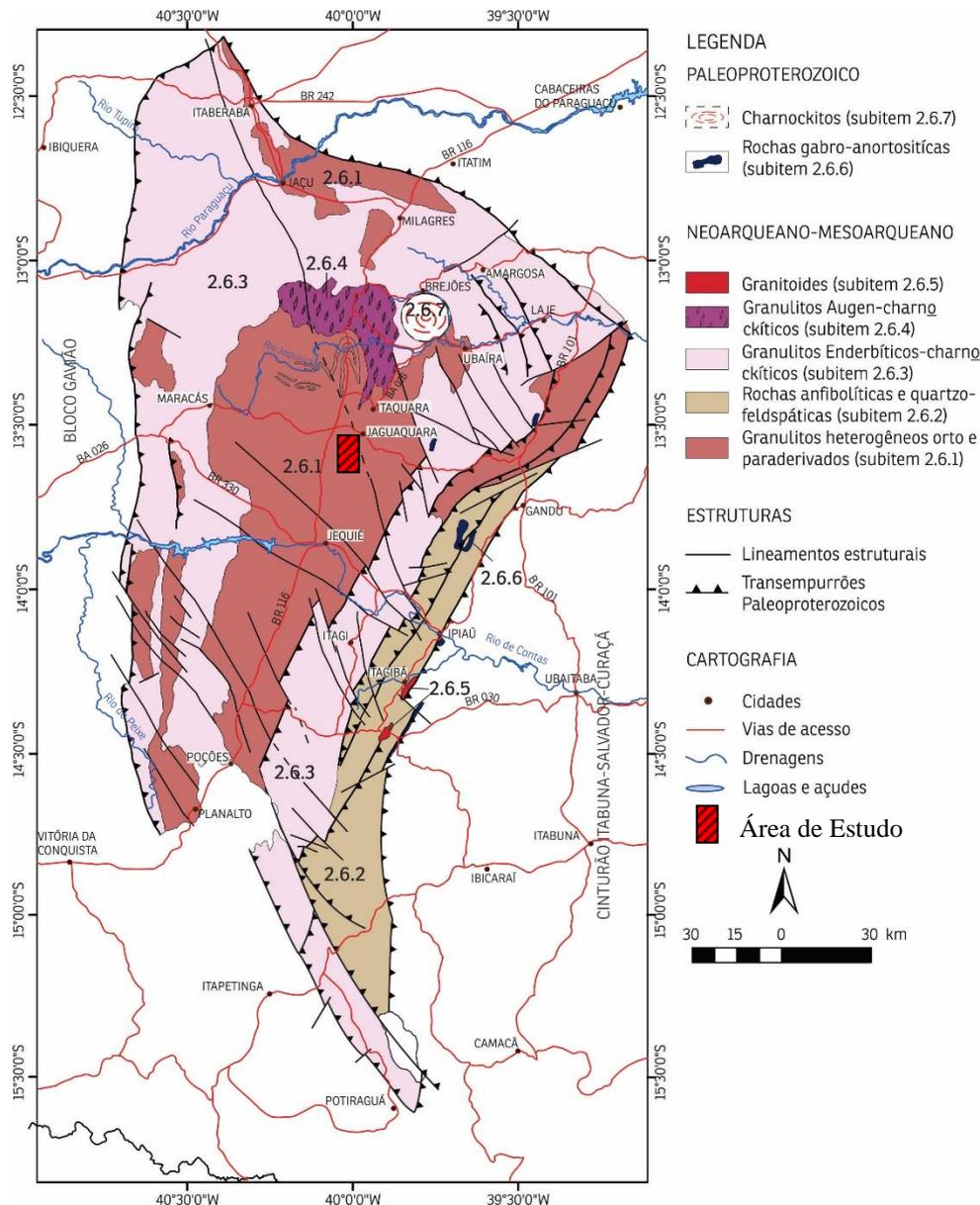
Fonte: Adaptado de Alkmim *et al.*, 1993.

Segundo Barbosa *et al.* (2012) os trabalhos realizados no BJ têm permitido a identificação e o detalhamento das suas principais litologias, a saber: (i) granulitos heterogêneos orto e paraderivados (porção oeste e central), além das rochas enderbíticas e as rochas com quantidades altas a intermediárias de potássio e química calcialcalina as charnoenderbíticas e charnockíticas (Figura II. 2); (ii) corpos gabro-anortosíticos (porção nordeste), cujos solos provenientes da alteração intempérica dos mesmos estão sendo pesquisados para bauxita (RTDM-Rio Tinto Desenvolvimento Mineral Ltda) (Figura II. 2); (iii) faixa de gnaisses com intercalações de bandas de anfibolitos e bandas de rochas quartzo-feldspáticas (porção leste) em contato com BISC. De acordo com os referidos autores as bandas anfibolíticas e quartzo-feldspáticas estão equilibradas na fácies anfibolito e foram denominadas de Banda de Ipiaú por Barbosa (1986) (Figura II. 2) e, (iv) leucocharnockitos com granada e cordierita (porção norte), gerados no pico da granulitização, além de charnockitos formados pela fusão parcial das encaixantes, constituindo estruturas dômicas típicas, como é o caso do Domo de Brejões (Barbosa *et al.*, 2004, Macêdo, 2006, Barbosa *et al.*, 2012) apresentada na Figura II. 2.

De acordo com Macedo (2006) a colisão ocorrida ao final da era paleoproterozoico (2,1- 1,9 Ga) resultou na colisão do BJ e que teve como consequência a superposição do Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá (BISC), gerando adelgaçamento da crosta produzindo deformações e metamorfoseando-a na fácies granulito.

A região em foco situa-se mais precisamente a sudoeste da cidade de Jaguaquara. Na área a principal história metamórfico-deformacional registrada foi resultado da denominada Orogênese Paleoproterozoica.

**Figura II. 2.** Mapa geológico simplificado do bloco Jequié mostrando granulitos enderbíticos e charnockíticos além de rochas anfibolíticas e quartzo-feldspáticas da Banda de Ipiáú do Neoarqueano-Mesoarqueano.



Fonte: Modificado de Barbosa *et al.*, 2012.

## GEOLOGIA LOCAL

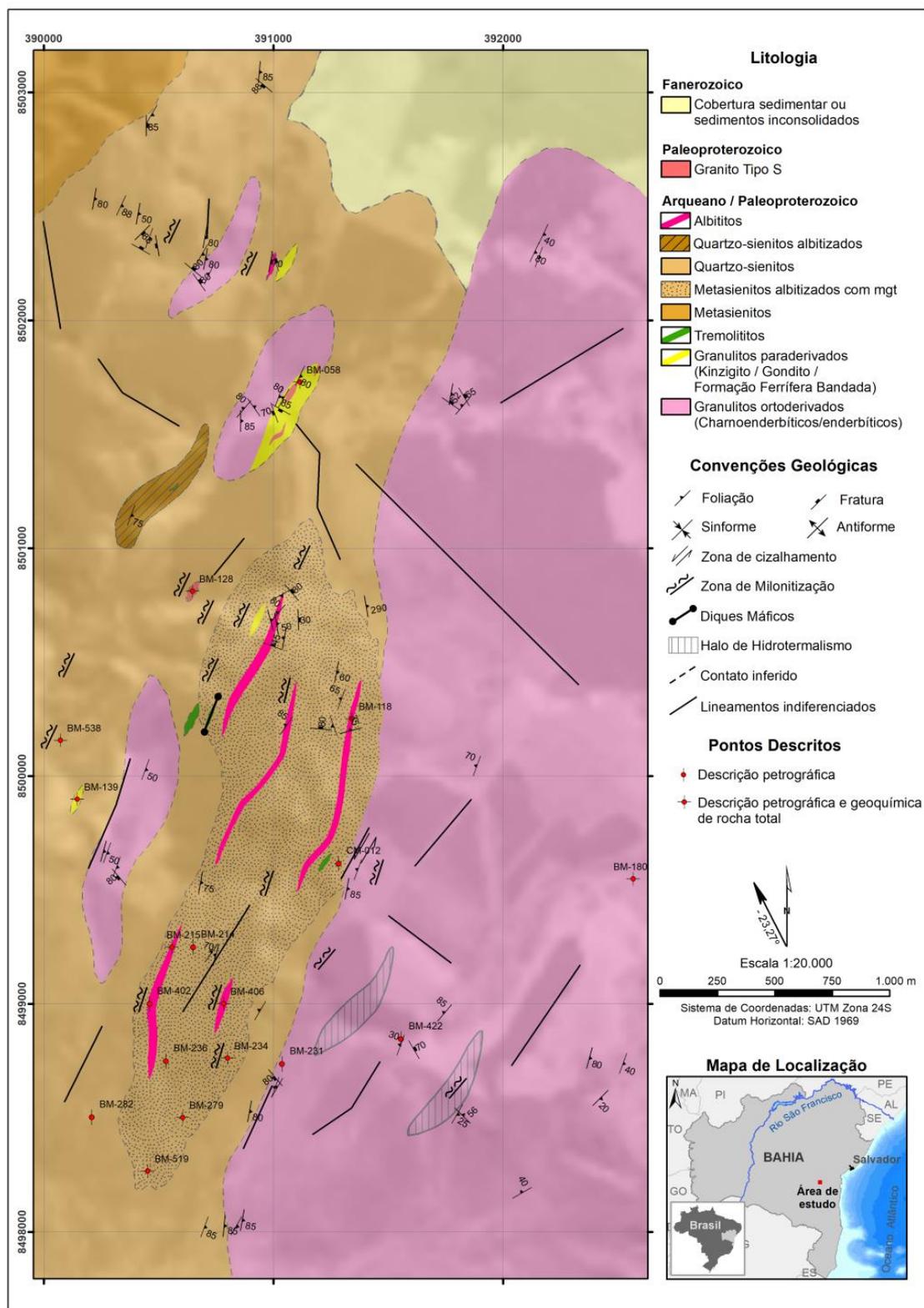
Nas avaliações geológicas de campo foram mapeadas suítes de rochas alcalinas (sienitos / monzonitos) intrusivas, na região de Jaguaquara até então não cartografadas as quais estão interpostas a rochas granulíticas (charnockitos / enderbíticos). Estes corpos foram transformados parcialmente por processos metassomáticos hidrotermais, cuja história evolutiva está intrinsecamente associada as bandas de deformação e

cisalhamentos que ocorreram em múltiplos estágios, com ascensões de fluidos. Vale ressaltar que a carência de boas exposições em afloramentos foi um dos principais problemas enfrentados para a realização do mapeamento.

A partir das descrições macroscópicas e microscópicas, em campo e no laboratório respectivamente, foi possível a individualização de dois conjuntos de litofáceis.

O primeiro é formado por rochas alcalinas representadas por: (i) metasienito, (ii) metasienitos albitizados com magnetita, (iii) quartzo-sienitos, (iv) quartzo-sienitos albitizados e (v) albititos. O segundo conjunto é constituído pelas rochas granulíticas encaixantes das rochas podendo ser subdivididas em: (i) granulitos paraderivados (kinzigito, formação ferrífera bandada e tremolíticos) e (ii) granulitos ortoderivados (enderbitos, charnoenderbitos e charnockitos) (Figura II. 3).

**Figura II. 3.** Mapa geológico da área de estudo com os pontos visitados desta dissertação e os pontos da CBPM.



**Fonte:** Modificado de Silva *et al.*, (2015).

## ROCHAS ALCALINAS

### **Metasienito**

Seus principais afloramentos ocorrem sob a forma de lajedo, exibindo estruturas do tipo “*drags*” indicativas de zonas de cisalhamento (Foto II. 1A) e blocos rolados. Composto por K-feldspatos, quartzo, máficos e opacos (magnetita). Macroscopicamente apresenta coloração rosada, granulação fina, por vezes grossa, possui textura fanerítica e a foliação deformacional é pouco visível.

### **Metasienito albitizado com magnetita**

Este litotipo ocorre sob a forma de matacões e/ou blocos rolados. Este corpo está em contato, inferido, com o litofácies quartzo-sienito e as rochas granulíticas ortoderivadas. Tendo como enclaves os albititos e as rochas granulíticas paraderivadas. Em campo foi possível notar feições indicativas de deformação exibindo dobras parasíticas em “m” (Foto II. 1B).

Vale ressaltar que esta unidade representa a zona magnética anômala que, inicialmente, motivou esta pesquisa.

Apresenta feições como albitização, epidotização e a concentração de óxidos de ferro em camadas, que indicam variados graus de hidrotermalismo. Esta percolação de fluidos foi associada às zonas de cisalhamento regionais que possui direção, em geral, NE-SW, com mergulho entre 60° e 80° tanto para NW quanto SE.

### **Metaquartzo-sienito**

Em campo, foram encontrados sob a forma de lajedo (Foto II. 1C) com os principais afloramentos situados na fazenda Granchelli. Também, foi possível observar estruturas deformacionais caracterizadas por uma foliação penetrativa subvertical com orientação N020/65 NW e dobras assimétricas com plano axial verticalizados.

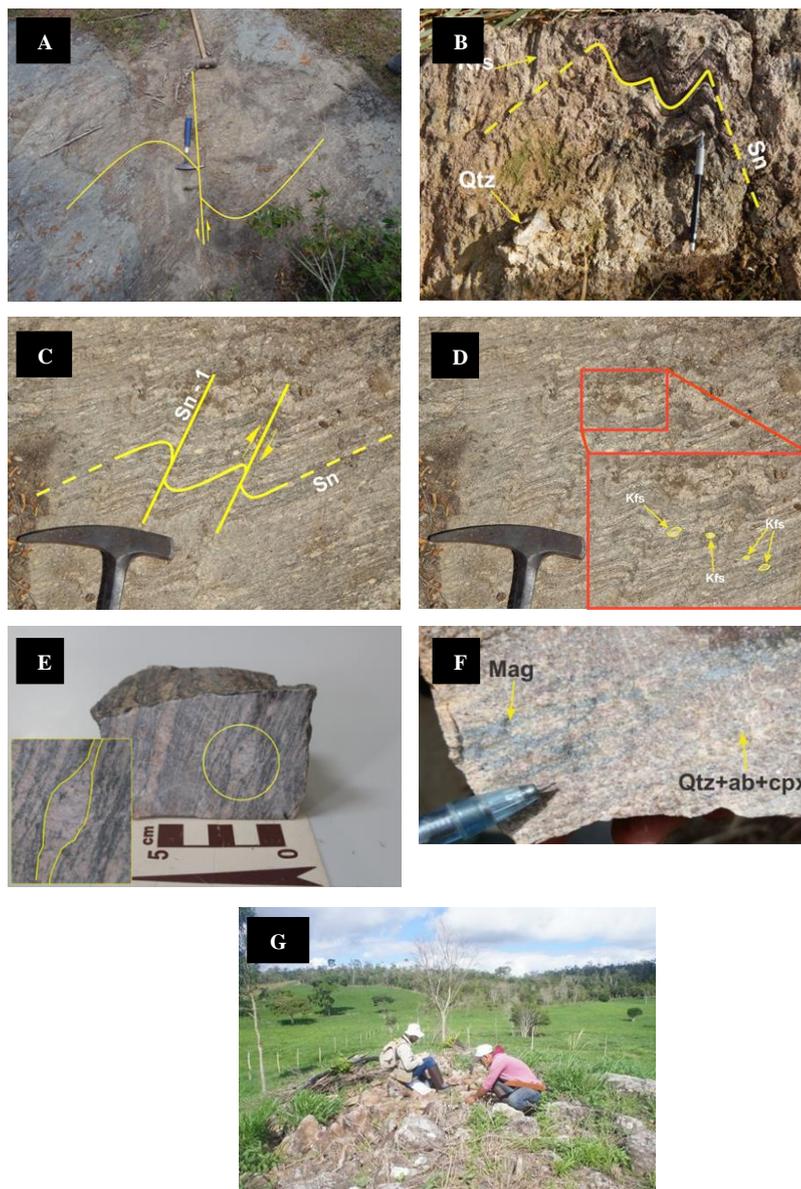
Macroscopicamente trata-se de uma rocha de cor cinza castanho, rosada, com textura fanerítica fina a média, com estrutura gnáissica. Outra estrutura notável é a presença de pórfiros (augens) de feldspato (Foto II. 1D e E).

### **Metaquartzo-sienito albitizado**

Esta litofácia foi localizada em afloramentos na Fazenda Granchelli, sob a forma de lajedo, associado à zona de cisalhamento regional que possui direção N040/62 NW, exibindo variados graus de albitização. Apresenta processos de metassomatismo mais intenso de seus componentes minerais devido à introdução de fluidos hidrotermais. Os cristais de magnetita e ilmenita formam bandas paralelas aos planos de deformação, em diminutos cristais devido aos processos hidrotermais. Macroscopicamente apresenta cor rosada, granulometria fina a média, miloníticas, de composição quartzo-feldspática com concentrações intersticiais de óxidos de ferro (Foto II. 1F).

### **Albititos**

Este corpo encontra-se como intrusões, que variam entre 6 a 18 m de extensão, no metasienito albitizado com magnetita. Em campo, se dispõe sob a forma de blocos rolados (Foto II. 1G), apresentando deformação dúctil. Apresenta coloração cinza, com textura fanerítica fina a média, sacaroide, aspecto maciço, composta por albita, quartzo, máficos e minerais opacos (magnetita).



**Fotos II. 1.** Aspectos de campo. A) Visada frontal do afloramento metasienito sob a forma de lajedo. Detalhe do metasienito com estrutura do tipo “drags”; B) Afloramento do metasienito albitizado com magnetita exibindo detalhe da deformação dúctil da litofácies; C) Afloramento do Metaquartzo-sienito em lajedo exibindo, pelo menos, duas fases de deformação dúctil; D) Afloramento em lajedo Metaquartzo-sienito com detalhe dos pórfiros de K-feldspatos; E) Amostra de mão onde é possível destacar os augens de feldspato; F) Detalhe dos cristais de magnetita paralelo aos cristais de quartzo, albite e clinopiroxênio na rocha Metaquartzo-sienito albitizado; G) Visada frontal do afloramento de Albitito.

## ROCHAS GRANULÍTIICAS

O conjunto formado pelas rochas granulíticas encaixantes, apresenta grande heterogeneidade em seus litotipos. Os litotipos ortoderivados não só encaixam as rochas sieníticas, mas também ocorrem como megaenclaves, enquanto as rochas paraderivados aparecem na forma de enclaves lenticulares nas rochas sieníticas ou nos granulitos ortoderivados apresentada na Foto II. 2.

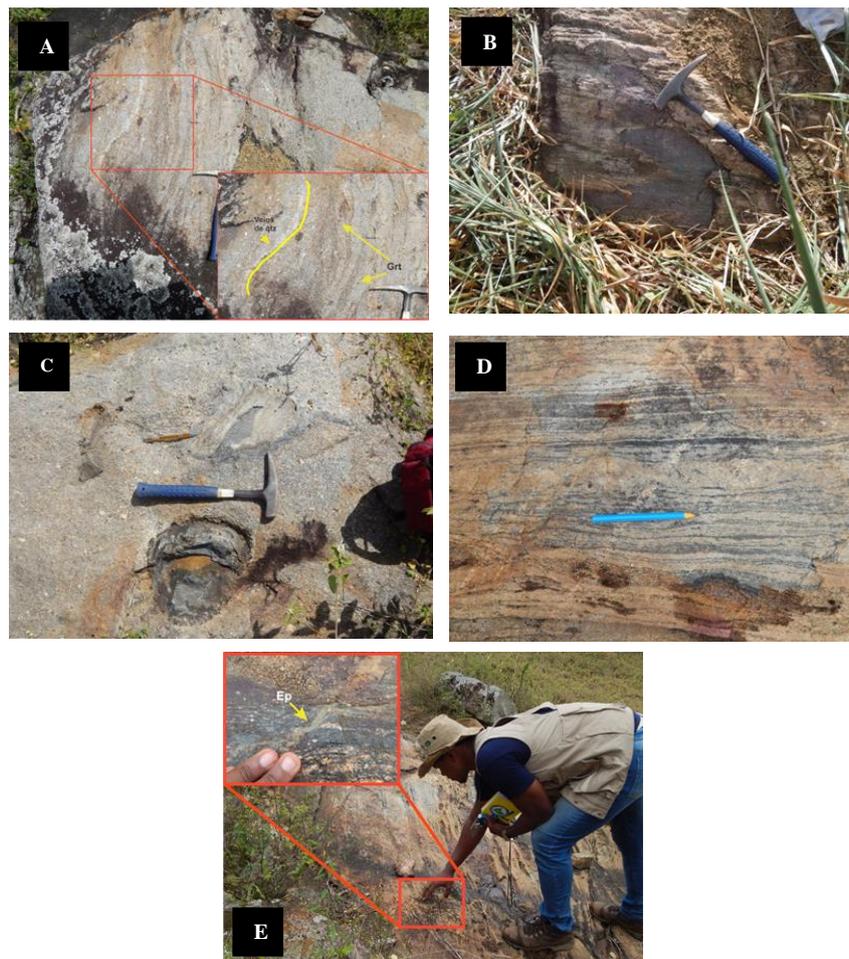
Os kinzigitos encontram-se localizados em pequenos morrotes e encosta, situados na porção central do mapa. Esta unidade apresenta-se como enclave na litofácie quartzo-sienito interdigitado com lentes de granito tipo S paralelos à foliação principal (Foto II. 2A). São rochas paraderivadas de coloração cinza, granulação fina a média, apresentando-se bastante deformada com presença de veios de quartzo e exibindo foliação de orientação NE-SW com mergulhos de 80° para NW. Macroscopicamente é possível observar cristais de granada e cordierita, níveis finos de quartzo boudinados e dobrado além de feições de com níveis de migmatização.

A formação ferrífera bandada ocorre como blocos rolados de pequenas dimensões, próximo ao contato das rochas alcalinas e das rochas granulíticas. Em campo apresenta-se sob a forma de lápide (Foto II. 2B) com coloração avermelhada. Em amostra de mão observam-se bandas de coloração cinza alternada com bandas de coloração avermelhada (0,2 a 2,0cm) e granulação fina. As bandas cinzas são representadas por grânulos de quartzo e as amarronzadas por magnetita+quartzo.

Os Tremolititos ocorrem isoladamente como enclave nas rochas alcalinas. Sua origem é resultado do hidrotermalismo, atuante na região em foco, característico em rochas ultramáficas. Em campo este litotipo apresenta coloração esverdeada, granulação fina a média, foliada, composta essencialmente por cristais de tremolita. Por sua vez, as rochas ortoderivadas, classificadas como Enderbitos, estão localizadas na porção sudeste do mapa, fazendo contato, inferido, a sudoeste com as litofáceis quartzo-sienitos e metasienitos (Foto II. 2C). Na porção nordeste está recoberto por sedimentos inconsolidados. Em campo aflora sob a forma de lajedo, apresentam coloração cinza, granulação fina a média, foliada, bandada e de composição quartzo-feldspática, com minerais máficos (magnetita) nos interstícios. São presentes veios de quartzo com granada e epidoto inclusos, e enclave máfico.

Os Charnoenderbitos (Foto II. 2D), estão localizados na porção sudeste do mapa, em contato como um megaenclave nas rochas quartzito-sieníticas e como enclaves de menor dimensão nos (MSa). Esta unidade ortoderivada aflora a beirada da estrada, próximo à fazenda Granchelli, na forma de corpos alongados com nível de intemperização avançado. Em alguns afloramentos foram observadas foliações subverticais com direção N210/22SE e fraturas abertas de orientação N40/52SE. Os charnoenderbitos são bandados e, por vezes, apresenta veios de quartzo que truncam o bandamento na direção NE-SW. Em amostra de mão, os charnoenderbitos são rochas de coloração verde-escura acastanhado, com porções rosadas, fanerítica, granulação média a grossa, homogênea e maciça.

Os Charnockitos encontram-se localizados na porção sudeste da área de estudo (Foto II. 3E). Este litotipo possui contato, inferido, a noroeste com as litofáceis (QS) e (MSa) e a norte é ocultado pela cobertura sedimentar. Os charnockitos ocorrem sob a forma de lajedo com presença de enclaves máficos que, por vezes, estão boudinados paralelos ao bandamento gnáissico e fraturas preenchidas por veio de quartzo centimétrico com direção N-S. É notável a presença de pórfiros de K-feldspatos (0,1 – 0,2 cm), veios de epidoto. Do ponto de vista estrutural foram cartografadas na área de estudo duas gerações de dobras Sn e Sn-1 e uma zona de cisalhamento (ZC) com cinemática dextral subparalela a foliação. A rocha apresenta coloração rosada com porções de minerais máficos, com textura fanerítica, granulação fina a média, foliada, composta por K-feldspatos, quartzo e máficos.



**Fotos II. 2.** Aspectos de campo das rochas granulíticas. A) Kinzigito com veios de quartzo e presença de granada em destaque; B) Formação ferrífera bandada; C) Enderbite com presença de enclaves máficos; D) Charnoderbite exibindo bandamento gnáissico e sistema de fraturamento preenchido por veios de quartzo; E) Charnockitos com estrutura gnáissica, em detalhe veio de epidoto.

## PETROGRAFIA

Foram descritas onze lâminas petrográficas, sendo cinco delas referentes rochas alcalinas (foco do trabalho) e sete relacionadas aos granulitos heterogêneos orto e paraderivados. Cabe ressaltar que foram incluídas 18 lâminas de rochas alcalinas do acervo da CBPM.

Serão adotadas durante este capítulo, as abreviações dos minerais segundo Kretz (1983) e Whitney & Evans (2010) exibida na tabela II. 1. Em relação às texturas

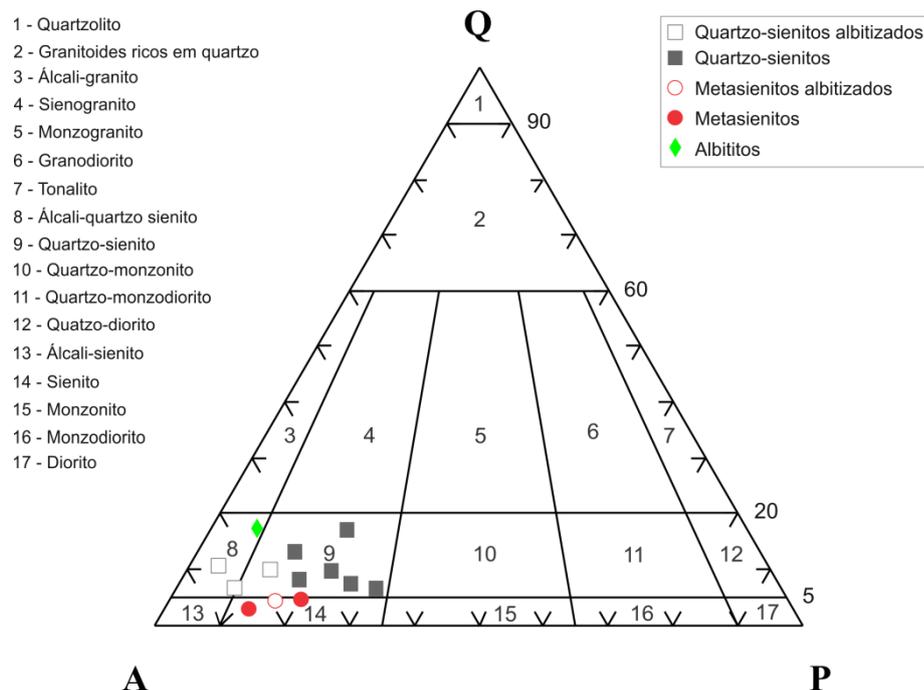
metamórficas foram utilizadas as definições e recomendações de Spry (1974), Yardley et al. (1990), Best (2003) e Winter (2009).

**Tabela II. 1.** Abreviatura adotada para os minerais identificados.

Minerais	Abreviaturas	Minerais	Abreviaturas
Aegirina	Aeg	Magnetita	Mag
Albita	Ab	Mesopertita	Msp
Allanita	Aln	Microclina	Mc
Anfibólio	Afm	Mimerquita	Mim
Apatita	Ap	Minerais Opacos	Op
Biotita	Bt	Monazita	Mnz
Carbonato	Cb	Ortopiroxênio	Opx
Clinopiroxênio	Cpx	Pertita	Pert
Clinozoisita	Czo	Pirita	Py
Clorita	Chl	Pirolusita	Pr
Cordierita	Crd	Plagioclásio	Pl
Epidoto	Ep	Quartzo	Qtz
Granada	Grt	Riebeckita	Rbk
Grunerita	Gru	Talco	Tlc
Hastingsita	Hs	Titanita	Ttn
Hematita	Hem	Tremolita	Tr
Hornblenda	Hbl	Tremolitita	Tr
Ilmenita	Ilm	K-feldspato	Kfs
Limonita	Lm	Zircão	Zrn
Leucoxênio	Lcx		

**Fonte:** Autor.

O diagrama Q-A-P de Streickeisen (1976) apresentado na Figura II. 4, permitiu a classificação das rochas alcalinas situando-as entre os campos dos álcali-sienitos a quartzo sienitos.

**Figura II. 4.** Diagrama Q-A-P modal para as (RARJ).

**Fonte:** Streckeisen, 1976.

## ROCHAS ALCALINAS

### Metasienito (MS)

Em escala microscópica os principais minerais que compõem este litotipo são a microclina, por vezes, pertítica (20-80%), albita (15-35%), plagioclásio (oligoclásio) antipertítico (2-8%). A Figura II. 4 mostra a classificação desta unidade no diagrama Q-A-P de Streckeisen (1976). Os minerais máficos são representados por anfibólio (riebeckita), por vezes, fibroso (5-35%), clinopiroxênio (aegirina) (5-15%), magnetita (0-5%) e ilmenita (0-5%). Também foram observados cristais de apatita, epidoto, titanita, clorita, leucoxênio e carbonato com proporção modal variando de 0-5%.

A rocha apresenta uma microestrutura granoblástica granular, de orientação bem definida, onde os cristais de feldspatos estão estirados (1,5 a 7,0 mm), desde os grãos mais finos até os grãos mais grossos. Ocorrem também, cristais finos de apatita acompanhados de cristais de ilmenita com leucoxênio. Ao longo dos corredores de cisalhamento existentes foi observado que a rocha é representada por um mosaico de

cristais de microclina, que pode perfazer até 80% da composição modal, tendo no centro aglomerados de um mineral verde (riebeckita?), além de apatita, ilmenita e leucoxênio (Fotomicrografia II. 1A e B).

### **Metasienito albitizado com magnetita (MSa)**

Quando analisada ao microscópio, esta rocha apresenta constituição modal composta por microclina/pertita (35-45%), quartzo (20-25%), albita (15-25%) e plagioclásio (5-15%). A figura 4 mostra a classificação desta unidade no diagrama Q-A-P de Streckeisen (1976). O plagioclásio forma agregados de minerais orientados e milonitizados (Fotomicrografia 1A) que se associa a glômeros de minerais opacos representados por titano-magnetita, titanita, ilmenita, anatázio e são envolvidos por leucoxênio (25% da moda). É observada alterações do clinopiroxênio para anfibólio marrom por vezes esverdeado e fibroso (Fotomicrografia II. 1C). Exibe uma microestrutura granoblástica, protomilonítica, onde se observam porfiroclastos de pertita (5,2mm), com bordas cominuídas constituindo uma microestrutura mortar, em associação com plagioclásio, por vezes, antipertíticos.

O quartzo se apresenta em fitas englobando cristais de feldspato (Fotomicrografia II. 1D). Nos interstícios se observa a presença de cristais de clinopiroxênio (0-3%) associados com epídoto, cristais euédricos de zircão e opacos identificados como magnetita, parcialmente martitizada.

### **Metaquartzo-sienito**

Os principais minerais constituintes deste litotipo são a microclina/pertita (30-45%), plagioclásio (20-25%) e quartzo (10-25%). Como principais componentes máficos têm-se o anfibólio sódico (hastingsita?) (5-15%) e o clinopiroxênio (1-5%). A figura 6 mostra a classificação desta unidade no diagrama Q-A-P de Streckeisen (1976). Microscopicamente possui microestruturas granonematoblástica, porfiroclástica e milonítica, ambas fortemente orientadas. A microestrutura do tipo augen é configurada por porfiroclastos de microclina/pertita (5,0mm). Alguns augens contêm inclusões de plagioclásio e são antipertíticos fortemente sericitizados. Já os grãos de quartzo apresentam formas amebóides.

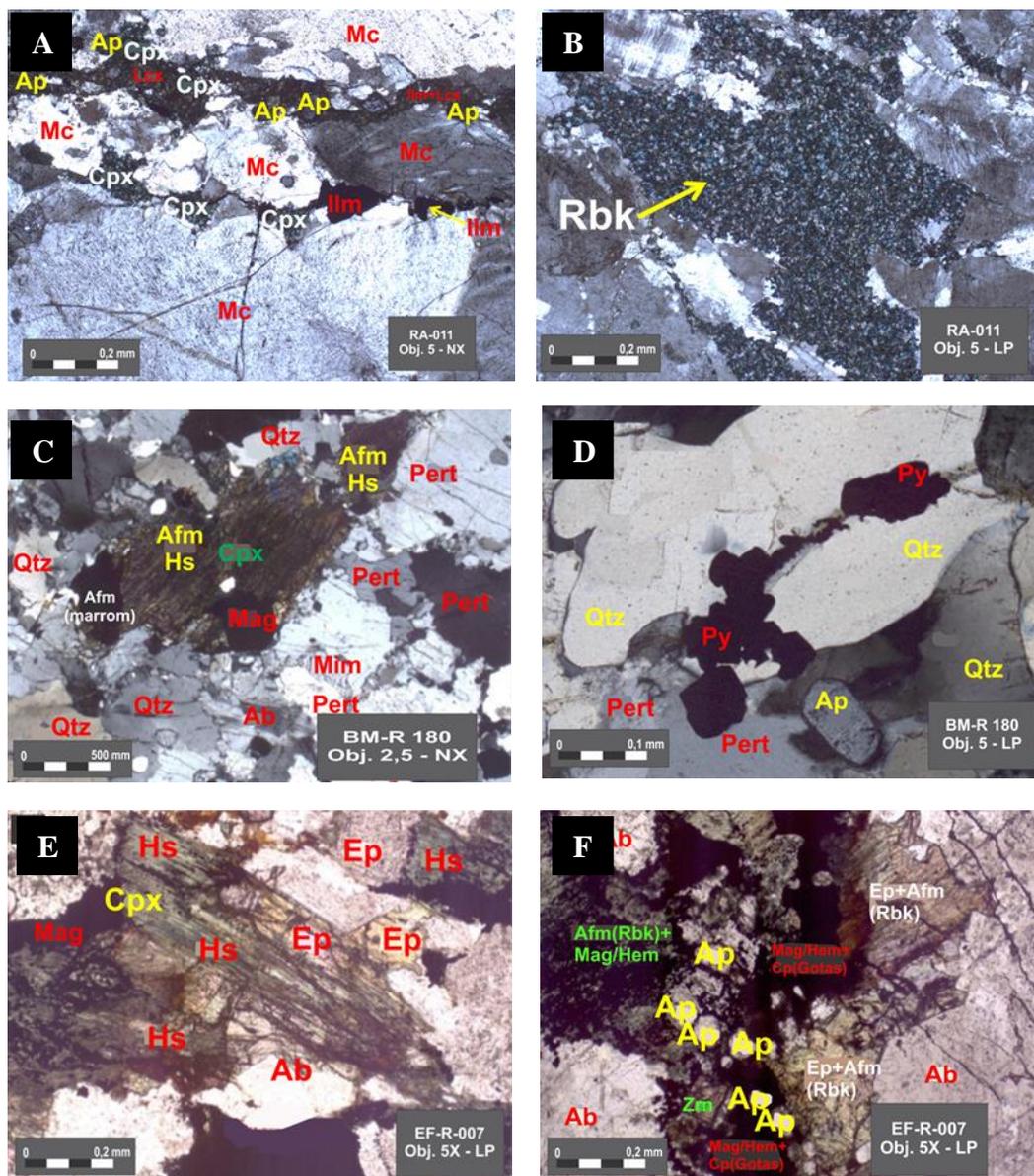
Observa-se que os minerais opacos são essencialmente ilmenitas (1-5%) que se alojam de forma intersticial ou inclusos nos minerais máficos de anfibólio sódico (hastingsita?). Por vezes, os minerais opacos formam um aglomerado de titanomagnetita associados com titanita e ilmenita. Dentre os minerais máficos, evidenciam-se restos de anfibólio azulado, verde e marrom, (Fe-Hastingsita/Riebeckita?) (Fotomicrografia II. 1E), em coroa de reação associada à presença de clorita está se apresentando em finíssimas palhetas. Como minerais acessórios estão presentes: a apatita, o zircão e a allanita (Fotomicrografia II. 2F).

### **Metaquartzo-sienito albitizado (MQSa)**

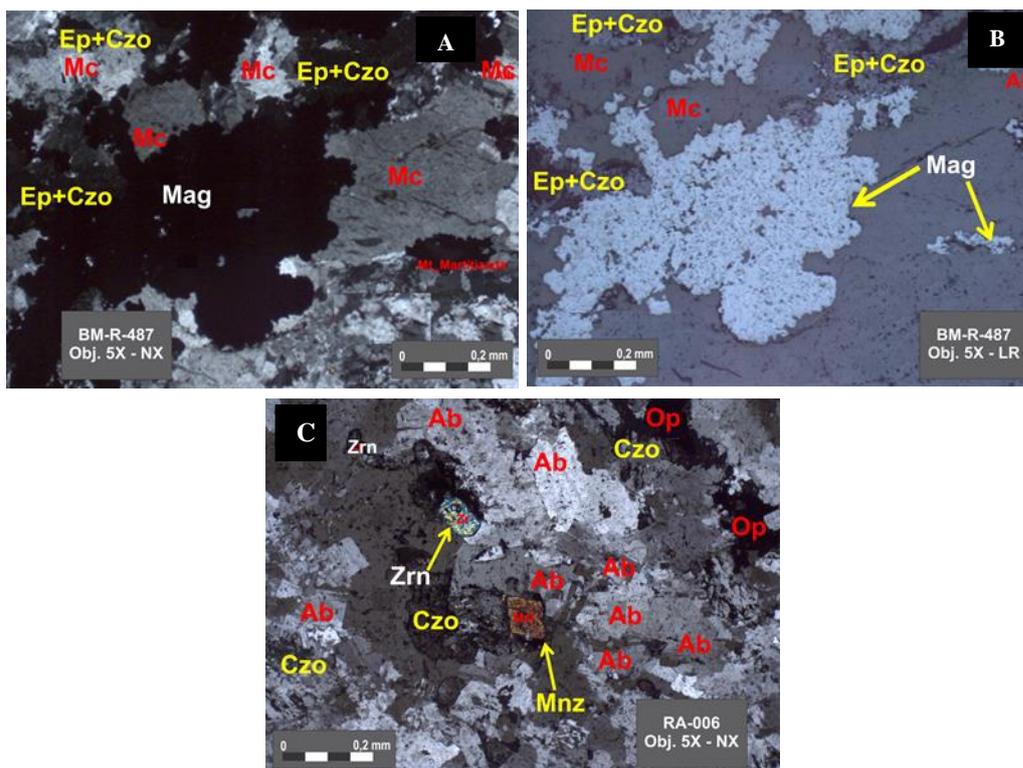
A análise ao microscópio, desta unidade, definiu como moda pórfiros de microclina (60-70%) envolvidos em uma matriz constituída por microclina + quartzo (25-30%), magnetita, anfibólio e epidoto (5-10%). A figura 4 mostra a classificação desta unidade no diagrama Q-A-P de Streckeisen (1976). A rocha apresenta microestrutura granoblástica granular, porfiroblástica protomilonítica, orientada e constituída por porfiroclastos de microclina que se dispõem numa matriz representada por microclina e quartzo (Fotomicrografia II. 2A). Foi observada coroa de reação, produzida pela interação com os fluidos hidrotermais, na microclina formando albita (albitização) (Fotomicrografia II. 2B), e tendo os interstícios preenchidos por glômeros de magnetita, estando por vezes associados a grânulos muito finos de epidoto-clinozoisita (cor incolor em nicóx descruzados, relevo alto, forma dos grãos, tamanho) e limonita, tendo como mineral acessório o zircão.

### **Meta-albititos**

Petrograficamente, a rocha apresenta microestrutura granoblástica granular, protomilonítica, orientada por cisalhamento e constituída por um mosaico com (90%) de cristais de albita (3,0 mm) envolvendo cristais de epidoto (clinozoisita), opacos (ilmenita), titanita, zircão e monazita perfazendo um total de (10%) apresentada na Fotomicrografia II. 2C. A figura 6 mostra a classificação desta unidade no diagrama Q-A-P de Streckeisen (1976). Por vezes, o mosaico de cristais de albita forma a microestrutura do tipo “*chess board*”.



**Fotomicrografia II. 1.** Fotomicrografias das rochas alcalinas. A) Mosaico de microclina nos corredores de cisalhamento no Metasienito (MS), Amostra RA-011; B) Cristal de riebeckita no Metasienito. Amostra RA-011; C) Metasienito albitizado com magnetita (MSa) com cristais de anfibólio marrom e clinopiroxênio, Amostra BM-R-180.; D) Quartzo inequigranular no Metasienito albitizado com magnetita (MSa), Amostra BM-R – 180; E) Cristal de hastingsita (?) alongado no Metaquartzo-sienito, Amostra EF-R-007; F) Metaquartzo-sienito com cristais de apatita e zircão, Amostra EF-R-007;



**Fotomicrografia II. 2.** Fotomicrografias das rochas alcalinas. A) Cristal de hastingsita (?) alongado no Metaquartzo-sienito albitizado (MQSa), Amotra BMR-487; B) Cristais de apatita e zircão no Metaquartzo-sienito albitizado (MQSa), Amostra BM-R-487; C) Cristais de zircão e monazita no Meta-albititos. Amostra RA-006.

## Rochas granulíticas paraderivadas

### Kinzigitos

A mineralogia principal dos kinzigitos é constituída por quartzo (43%), cordierita (35%), plagioclásio (20%), biotita (2%). Microscopicamente, em algumas amostras, foi identificada a microestrutura granoblástica granular formando um mosaico de cristais de cordierita e plagioclásio, tendo ainda quartzo, cristais esqueléticos de hiperstênio, biotita vermelha e opacos finos (Fotomicrografia II. 3A). Em outras amostras, observou-se a presença da microestrutura porfiroblástica, com destaque para os cristais anedrais de granada (4,0mm), num mosaico de cristais de cordierita pinitizados, com inclusões de cristais xenoblásticos de espinélio, associados com cristais de magnetita, ilmenita e pirrotita. Os cristais de plagioclásio encontram-se sericitizados, ocorrendo associados ao microclínio e a finas palhetas de biotita vermelha, titanífera.

### **Grunerita-Gondito**

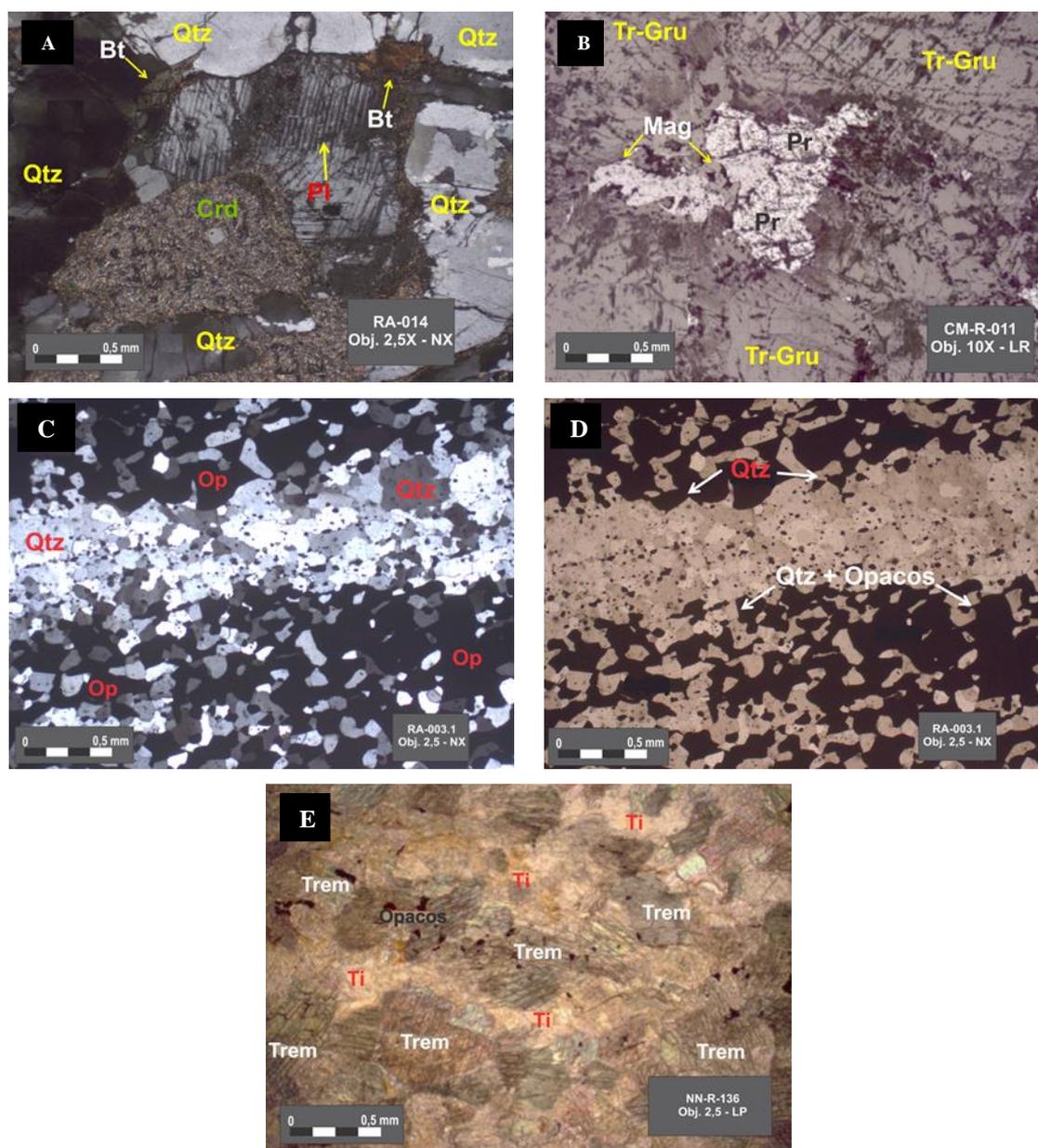
Microscopicamente o grunerita-gondito tem em sua composição principal cristais de granada (espessartita) (70%), tremolitita-grunerita (20%) e minerais opacos de magnetita (5%) (Fotomicrografia II. 3B). Esta rocha apresenta microestrutura granonematoblástica, textura fanerítica fina a média, bandada onde se alternam camadas milimétricas de cristais finos de tremolita-grunerita e, por vezes, a grunerita apresenta-se também como cristais de até (1,6mm), e bandas mais espessas com um mosaico poligonal de granada (espessartita) e presença de raros opacos.

### **Formação Ferrífera Bandada**

Este litotipo possui microestrutura granoblástica granular, fina, grãos submilimétricos de quartzo e de agregados de opacos (magnetita), onde se observam bandas formadas apenas por um mosaico de grânulos de quartzo (30%) e bandas com um mosaico de quartzo e opacos (magnetita), correspondendo a (70%) da lâmina (Fotomicrografia II. 3C e D).

### **Tremolititos**

Petrograficamente os tremolititos possuem microestrutura nematoblástica, fina a média, orientada, representada por cristais prismáticos a aciculares de tremolita, tendo minerais opacos oxidados que se formam ao longo de clivagens (Fotomicrografia II. 3E). A sua composição essencial é formada por tremolita (75-100%), quartzo (15%); talco (25%) e cristais de minerais opacos (5%).



**Fotomicrografia II. 3.** Fotomicrografias das rochas encaixantes paraderivadas. A) Plagioclásio sericitizado e cordierita pinitizada nos kingizitos, Amostra RA-014; B) Mosaico de pirolusita e magnetita na rocha Grunerita-Gondito, Amostra CM-R-011; C) Cristais de quartzo poligonais na Formação Ferrífera Bandada, Amostra RA-003.1; D) Magnetita em contato com o quartzo na Formação Ferrífera Bandada; E) Minerais de tremolítita na rocha Tremolítico, Amostra NN-R-186/PT-049.

## **Rochas granulíticas ortoderivadas**

A seguir serão descritas petrograficamente as rochas granulíticas ortoderivadas fazendo uma comparação com os estudos realizados por Macedo, 2006.

### **Enderbitos**

Em análise ao microscópio esta unidade apresenta como principais constituintes o plagioclásio antiperítico (24-55%), quartzo (20-30%), ortopiroxênio (10-21%) e magnetita (5-10%), como acessórios têm-se microclina, biotita, zircão e apatita. Microscopicamente possui microestrutura granoblástica poligonal, por vezes fortemente orientada, representada por um mosaico contendo cristais de plagioclásio antiperítico alongados, eventualmente com intercrescimento de manchas de microclina, levemente sericitizado, quartzos estirados com extinção ondulante. Esse mosaico quartzo-feldspático é entremeado por cristais de hiperstênio, hornblenda marrom, opacos (magnetita) e grânulos de apatita dispersos (Fotomicrografia II. 4A).

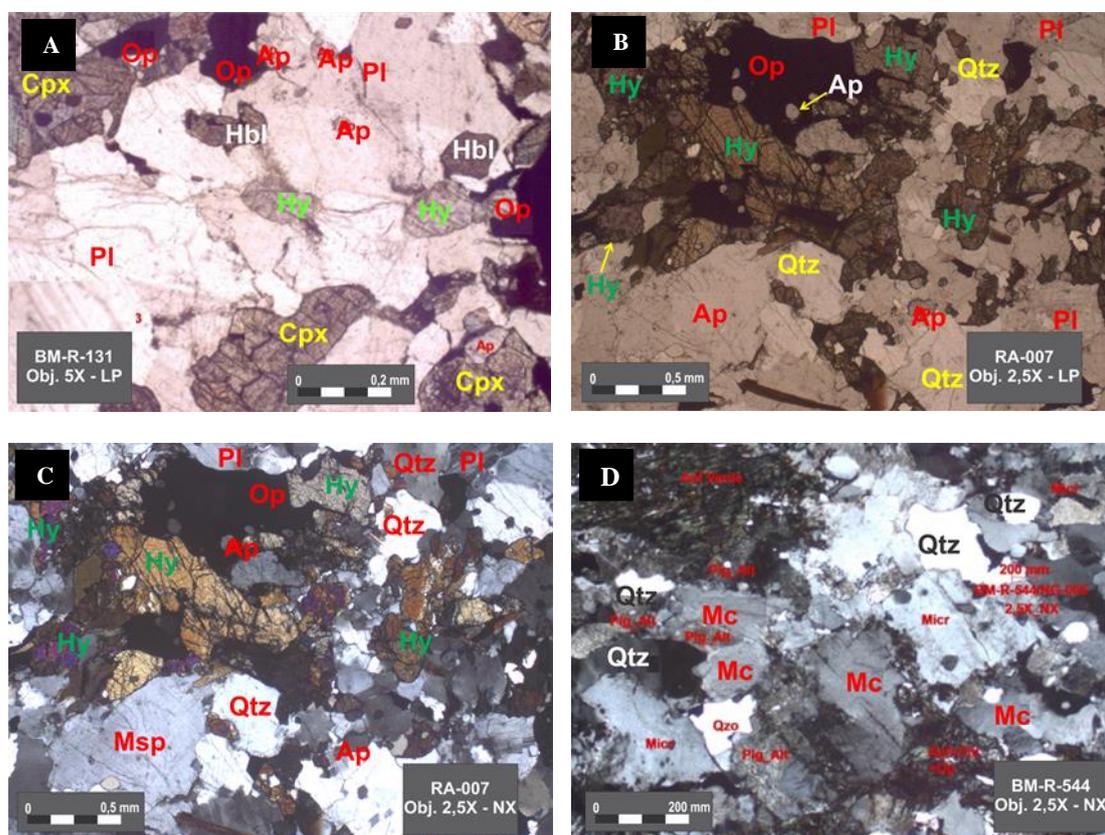
### **Charnoenderbitos**

Petrologicamente esta unidade apresenta constituição mineral formada por mesoperita (30-50%), quartzo (15-40%), plagioclásio (10-15%), ortopiroxênio (10-15%), opacos (1-5%), hornblenda (0-5%), clinopiroxênio (0-3%) e traços de apatita, titanita e zircão. Apresenta microestrutura granoblástica, levemente orientada, com um mosaico contendo cristais de mesoperita, quartzo e plagioclásio, este último por vezes quando em contato com mesoperita desenvolvem mirmequitas. Permeando o mosaico ou em mosaico com os demais cristais observam-se cristais esqueléticos de hiperstênio, com passagem nas bordas em alguns cristais para hornblenda, associada com opacos (magnetita), além de zircão (Fotomicrografia II. 4B e C). Ocorrem ainda como acessórios cristais de apatita.

### **Charnockitos**

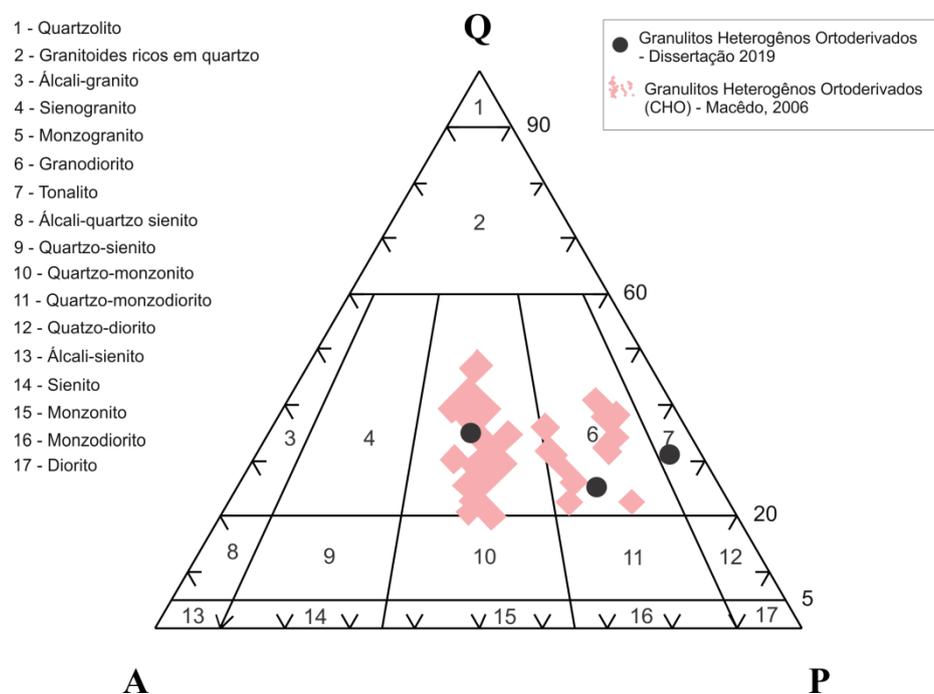
Microscopicamente foi identificada microestrutura granoblástica granular, representada por um mosaico de mesoperita/microclina (20-55%), plagioclásio

antiperfítico (15-30%), quartzo (20-35%), ortopiroxênio (10-15%) (Fotomicrografia II. 4D). Como acessórios (1-5%), preenchendo os interstícios são encontrados cristais de biotita, magnetita (opacos), clinopiroxênio, hornblenda, zircão e apatita. Quando deformada por ação de cisalhamento, esta unidade possui microestrutura granonematoblástica, com um mosaico representado por cristais finos a médios de microclina (3,5mm), lentes de quartzo, plagioclásios fortemente sericitizados e epidotizados e em meio a prismas alongados de anfibólio esverdeado com alteração para clorita. São observados agregados de minerais opacos (magnetita), também estirados como os demais minerais da rocha. O zircão e apatita são os minerais acessórios.



**Fotomicrografia II. 4.** Fotomicrografias das rochas encaixantes ortoderivadas. A) Enderbito contendo cristais de plagioclásio antiperfítico, hornblenda marrom e grãos de opacos, Amostra BM-R-131; B) Cristais de apatita sendo contornados pelos opacos e o mosaico formado pelos grãos minerais de quartzo, hiperistênio e apatita no charnoenderbito, Amostra RA-007; C) Charnoenderbito composto por cristais de plagioclásio, quartzo, hiperistênio e mesopertita, Amostra RA-007; D) Charnockito composto por uma matriz formada por quartzo e microclina, Amostra BM-R-544.

A Figura II. 5 exibida no diagrama Q-A-P Streckeisen (1976) a distribuição das rochas granulíticas ortoderivadas mapeadas nesta dissertação e as (CHO) estudadas por Macedo (2006).



**Figura II. 5.** Diagrama modal Q-A-P para as amostras granulíticas ortoderivadas desta dissertação e as estudadas por Macêdo (2006). Streckeisen (1976).

## LITOGEOQUÍMICA

### INTRODUÇÃO

Para a realização dos estudos litoquímicos, adotou-se as interpretações de Barbosa & Fontelles (1989) que, ao pesquisar litotipos semelhantes no sul do Estado da Bahia, demonstraram que os elementos químicos maiores (exceto o sódio e o potássio), os traços e, principalmente, os Elementos Terras Raras (ETR) se mostram relativamente inertes durante os processos metamórficos de alto grau. Considerando esta premissa, a análise do comportamento geoquímico desses elementos possibilita a caracterização, com relativa segurança, dos protólitos dos granulitos, inclusive podendo sugerir os tipos de magmas geradores.

Com isso, a litogeoquímica possibilitou uma melhor compreensão dos processos geológicos atuantes tanto nos litotipos alcalinos quanto nos protólitos das rochas encaixantes.

No total foram selecionadas quatorze (14) amostras para o estudo geoquímico das RARJ, onde foram realizadas as análises químicas de rocha total, envolvendo elementos maiores, menores, e alguns traços, incluindo os ETR's. Sendo selecionadas dez das litofácies quartzo-sieníticas albitizadas, três dos metásienitos e uma dos albititos. A distribuição espacial destas análises pode ser visualizada a partir do mapa geológico local na Figura II. 3.

Com o objetivo de extrair o máximo de informações acerca da química dessas rochas estudadas organizou-se em diagramas de classificação e nomenclatura, binários, ternários e de terras raras às informações adquiridas a partir das análises químicas.

Cabe ressaltar que a subdivisão das amostras nos diagramas geoquímicos seguiu os agrupamentos em fácies estabelecidos na geologia local e petrografia.

## **CLASSIFICAÇÃO**

As rochas quartzo-sieníticas albitizadas e os metásienitos apresentam-se com teores dos elementos maiores bastante similares, comparando-se com os teores esperados para rochas alcalinas. Os teores de  $\text{SiO}_2$  variando entre 61,16 e 69,52%. São caracterizadas por apresentarem teores de  $\text{TiO}_2$  variando de 0,07 e 1,37%, de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  entre 12,77 e 17,34 %, de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  entre 2,39 e 10,27 %, de  $\text{CaO}$  entre 1,23 e 6,97 %, de  $\text{MgO}$  entre 0,98 e 1,44 %, de  $\text{Na}_2\text{O}$  entre 3,8 e 10,86 % e de  $\text{K}_2\text{O}$  entre 0,4 e 6,13 % (Tabela II. 2).

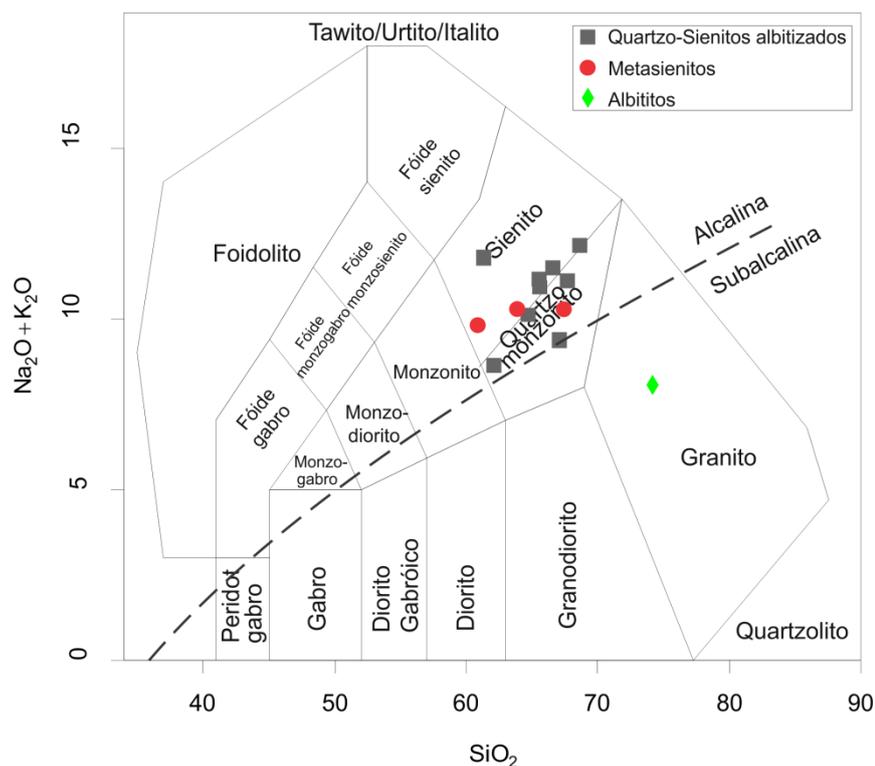
Amostra	Quartzo-Sienitos Albitizados										Metasienitos			Albitito
	BM-R-231	CM-R-012	BM-R-118	BM-R-214	BM-R-215	BM-R-234	BM-R-236	BM-R-279	BM-R-402	BM-R-406	BM-R-422	BM-R-519	BM-R-538	BM-R-282
SiO <sub>2</sub>	62,66	65,42	61,97	65,06	61,16	65,59	67,28	67,64	66,26	69,52	61,74	66,57	64,63	74,03
TiO <sub>2</sub>	0,76	0,07	1,04	0,4	0,83	0,56	0,38	0,63	0,35	0,28	1,37	0,29	0,6	0,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,61	15,54	12,77	16,21	13,52	13,97	14,65	14,47	15,94	15,79	15,09	17,34	16,22	12,58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,42	4,19	10,27	3,98	9,37	6	4,25	7,01	3,57	2,84	8,03	2,39	5,55	3,36
MnO	0,06	0,02	0,16	0,04	0,17	0,04	0,05	0,07	0,06	0,01	0,09	0,01	0,07	0,02
MgO	0,98	0,08	0,83	0,46	0,56	0,2	0,39	0,2	1,17	0,06	1,17	0,39	1,44	0,75
CaO	1,42	6,97	3,92	2,16	2,22	0,75	1,29	1,23	2,56	0,51	3,57	1,57	2,1	0,72
Na <sub>2</sub> O	3,9	3,8	8,36	10,77	7,65	5,5	7,12	8,03	10,86	6,18	7,04	9,74	10,05	7,93
K <sub>2</sub> O	5,9	2,16	0,24	0,07	4,11	5,81	3,91	1,41	0,07	6,13	2,92	0,4	0,37	0,11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0	0,23	0,07	0,18	0,08	0,07	0,13	0,07	0,04	0,42	0,07	0,15	0,04
LOI	0,76	0,9	0,33	0,5	0,48	0,51	0,36	0,57	0,13	0,36	0,46	0,5	0,59	0,53
<b>TOTAL</b>	<b>97,62</b>	<b>99,15</b>	<b>100,12</b>	<b>99,72</b>	<b>100,25</b>	<b>99,01</b>	<b>99,75</b>	<b>101,39</b>	<b>101,04</b>	<b>101,72</b>	<b>101,90</b>	<b>99,27</b>	<b>101,77</b>	<b>100,38</b>
Zn	131	<5	226	101	155	77	73	57	66	27	89	81	56	74
Zr	963	170	458	785	459	1069	700	1142	174	574	790	264	288	155
Ba	2042	573	594	910	801	1094	733	570	179	1156	988	742	2373	150
V	54	117	36	<5	24	32	34	21	53	32	54	43	44	41
Sr	31	530	80	66	107	<10	31	23	246	18	229	244	385	101
Co	6,7	4,1	22	5	14,4	4,3	5,5	5,6	9,2	2,1	11,5	4	11,8	12,5
Ga	12,4	17,1	16	24,4	17,4	19,6	20,1	18,8	20,7	21	14,8	16,5	14	12,6
Hf	18,71	7,12	9,75	14,89	9,9	22,07	14,29	22,36	4,32	13,77	14,79	6,09	5,07	3,81
Nb	22,8	1,95	17,25	16,63	17,4	27,09	15,95	31,1	9,9	16,24	27,38	5,53	11,15	3
Ni	27	37	9	10	7	<5	16	6	33	5	10	6	37	51
Rb	75,9	30,1	5,5	1,1	47,9	78,6	59,2	34,4	1,5	93,9	41,5	6,4	13,6	2,4
Sn	2,7	0,7	2,1	0,8	5,1	1,6	1,3	1,7	0,9	0,9	1,7	0,6	1,5	<0,3
Ta	1,46	<0,05	0,87	0,38	0,71	1,05	0,33	1,35	0,2	0,53	1,65	<0,05	0,15	<0,05
Tb	1,67	<0,05	4,18	1,24	2,7	1,8	1,48	3,47	0,89	1,36	3,12	0,42	0,51	0,13
Th	18,3	3,1	5,1	20,7	16,4	36,1	19,9	22,3	15,7	20,2	15,8	24,8	12,3	3,5

<b>U</b>	3,09	0,96	1,75	5,25	3,93	7	4,83	3,02	2,4	1,95	4,93	1,64	4,44	5,32
<b>Th</b>	15	<10	<10	19	17	43	26	32	16	23	22	28	12	<10
<b>Y</b>	52,72	1,87	164,41	36,81	111,13	45,08	42,22	103,84	32,12	36,99	107,33	9,49	15,65	5,93
<b>La</b>	78,5	18,3	105,1	82,8	89,5	112,9	100,8	145,5	36,4	74,2	152,4	71,9	42,1	4,2
<b>Ce</b>	128,8	18,9	224	150,5	160,3	264,1	148,2	255,3	72,5	136	238	125,2	83,4	22,3
<b>Pr</b>	14,67	1,68	25,26	16,27	18,62	25,35	17,12	31,61	7,92	16,4	63,85	12,48	8,67	2,11
<b>Nd</b>	56,3	5	99,2	55,6	67,2	85,8	55,3	114,9	27,9	57,7	214,1	38,6	28,6	6,9
<b>Sm</b>	11	0,6	23,3	10	14,6	15,6	10,6	23	5,8	10,7	22,2	5,6	4,7	1
<b>Eu</b>	2,51	0,76	5,4	2,96	2,91	2,32	2,13	4,23	1,07	1,68	4,25	1,33	1,24	0,55
<b>Gd</b>	11,02	0,46	27,62	9,11	16,92	12,61	9,55	22,65	5,71	9,55	42,73	3,88	3,89	0,91
<b>Dy</b>	10,07	0,23	26,51	6,59	16,89	10,21	8,65	20,81	5,46	7,75	18,98	1,84	3,05	0,81
<b>Ho</b>	2,12	0,05	5,5	1,22	3,49	1,87	1,57	4,04	1,08	1,48	3,76	0,33	0,56	0,19
<b>Er</b>	6,62	0,21	15,98	3,38	10,04	5,46	4,51	11,64	3,12	4,29	9,81	0,82	1,6	0,89
<b>Yb</b>	6,9	0,4	13,1	2,9	8,4	5,1	3,9	10,5	2,7	4	7,6	0,6	1,3	1,7
<b>Lu</b>	1,1	0,06	1,94	0,43	1,23	0,8	0,62	1,58	0,39	0,63	1	0,1	0,2	0,3

**Tabela II. 2.** Análises químicas dos elementos maiores (%) e traço (ppm) das rochas alcalinas da região de Jaguaquara.

## Classificação e Alcalinidade

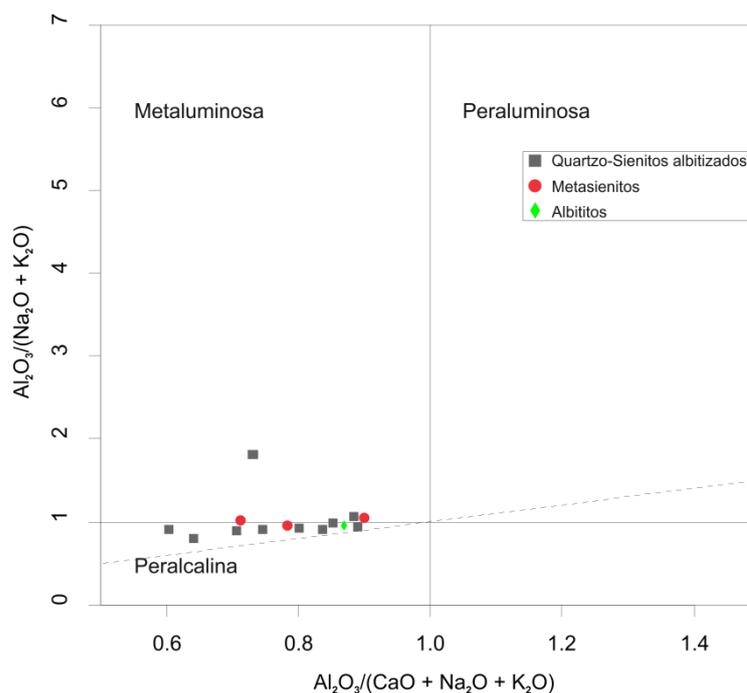
Neste trabalho utilizou-se o diagrama TAS (álcalis total versus sílica) proposto por Cox et al. (1979) que inicialmente era destinado a classificação de rochas vulcânicas e com o passar do tempo, a partir de adaptações realizadas por Lameyre & Bowden (1982) e Middlemost (1994) possibilitou, o seu uso na classificação química de rochas plutônicas, assim como na diferenciação das séries magmáticas alcalinas e subalcalinas. Desta forma foi possível identificar o grau de alcalinidade predominante nestas rochas exposta na Figura II. 6. Observa-se que a quase totalidade das rochas, independentemente do tipo de alteração hidrotermal, situam-se no campo das rochas alcalinas, sendo classificadas como sienitos a quartzo monzonitos, excetuando-se os albititos que estão situados no campo dos granitos subalcalinos.



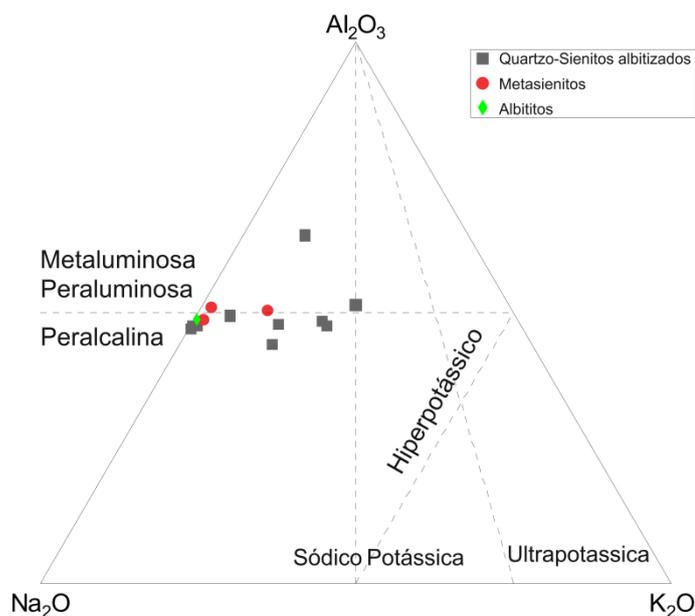
**Figura II. 6.** Acomodação das amostras da RARJ no diagrama TAS (total de álcalis versus sílica) para a classificação das rochas plutônicas segundo Middlemost (1994). A curva tracejada divide as séries alcalinas, acima, das subalcalinas, abaixo, conforme Irvine & Baragar (1971).

### Relações entre $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{K}_2\text{O}$ e $\text{CaO}$

A composição das amostras estudadas, podem ser expressas a partir do diagrama que correlaciona as razões dos óxidos  $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  versus  $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ , proposto por Maniar & Piccoli (1989) e representando a expressão gráfica de classificação das rochas segundo os parâmetros de Shand (1950), pode-se classificar três grandes grupos de rochas a saber: (i) metaluminosas se  $(\text{Na} + \text{K}) < \text{Al} < (\text{Na} + \text{K} + \text{Ca})$ ; (ii) peraluminosas se  $\text{Al} > (\text{Na} + \text{K} + \text{Ca})$  e, (iii) peralcalinas se  $\text{Al} < (\text{Na} + \text{K})$ . De acordo com esta classificação observa-se pelo diagrama da figura II. 7, que as rochas em estudo correspondem a litotipos predominantemente peralcalinos, apresentando termos metaluminosos subordinados. Esta interpretação é corroborada pelo diagrama ternário utilizado para distinguir as rochas meta- / peraluminosas das rochas peralcalinas, bem como as suítes potássica, sódica e ultrapotássica exibida na Figura II. 8.



**Figura II. 7.** Diagrama  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  versus  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ , em moles (Shand, 1943) aplicado às amostras da RARJ.



**Figura II. 8.** Diagrama ternário (Molar  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}$ ) aplicado às amostras das RARJ.

### Índice de Agpaicidade

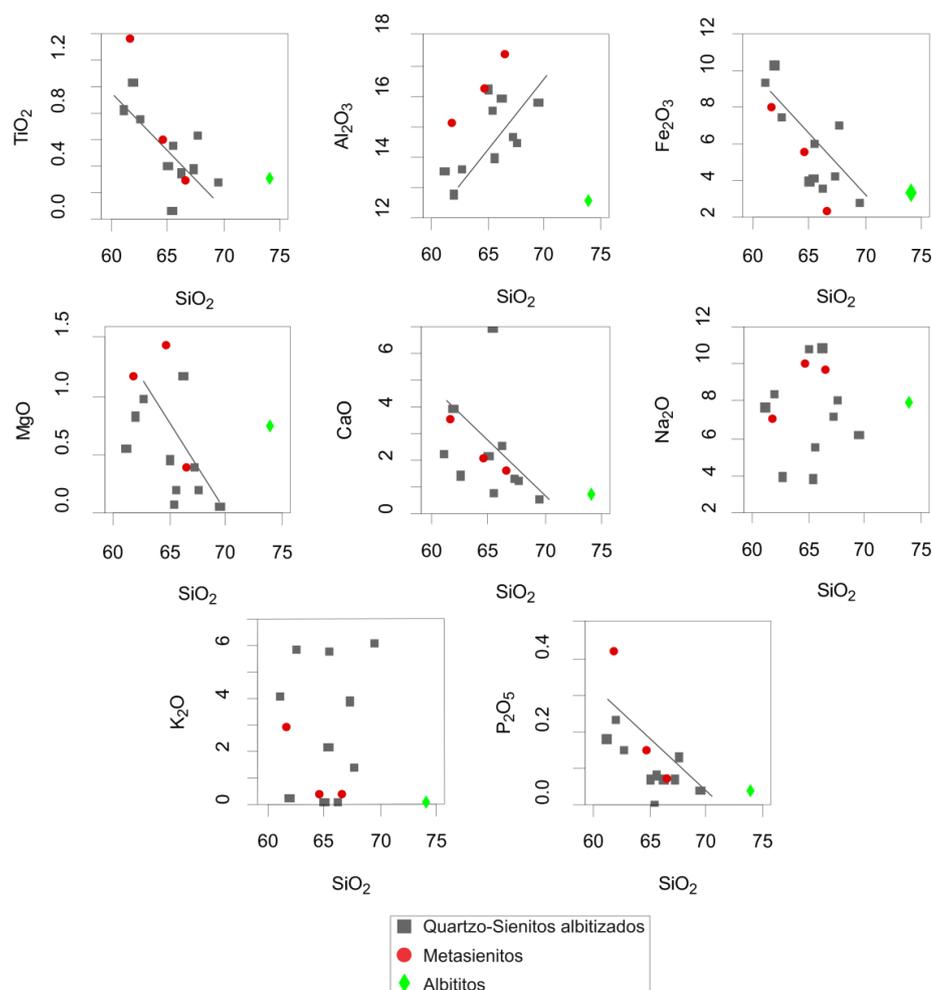
De acordo com Sørensen (1974) é possível classificar as rochas alcalinas em miasquíticas (valores menores que 1,3) e agpaíticas (valores maiores que 1,3). Fazendo-se uso do Índice de Agpaicidade (IAG), a partir dos dados de proporções moleculares definidos pela razão:  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ . Através dos parâmetros definidos acima foi possível classificar amostras no campo das rochas miasquíticas cujo IAG é  $< 1,3$ .

### Evolução Geoquímica

Em diagramas de Harker (1909), utilizando a sílica como índice de diferenciação, as rochas apresentam-se reunidas em campos similares no diagrama, não havendo distinção clara entre às fácies petrográficas. As amostras exibem tendência evolutiva bem definida para diversos óxidos apresentada na Figura II. 9. Todavia, localmente no litofácies petrográfico quartzosienitos albitizados, as amostras distribuem-se, por vezes, como pontos aglutinados, o que pode refletir em fenômenos de segregação ou acumulação de minerais ou, até mesmo, de processos hidrotermais. Os traços foram

inseridos de maneira aleatória afim de melhor visualizar os trends de evolução dos óxidos.

Analisando o diagrama é possível observar que o  $\text{SiO}_2$  apresenta boas correlações negativas com os óxidos de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura II. 9). Ou seja, os teores  $\text{SiO}_2$  aumentam a medida que os teores dos referidos óxidos decrescem. Este padrão sugere um comportamento compatível, para estes elementos, durante os processos de diferenciação magmática e que os mesmos foram consumidos durante a cristalização. No entanto, é possível observar que ocorre uma considerável dispersão de valores de  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , sugerindo uma possível atuação dos processos hidrotermais identificados na área. Ainda analisando este gráfico nota-se que os teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tendem para um crescimento linear, sugerindo que os teores deste óxido enriquece à medida que o teores de sílica aumentam, indicando que a alumina foi pouco utilizada na cristalização dos feldspato.



**Figura II. 9.** Diagramas de variação dos elementos maiores versus  $\text{SiO}_2$ , aplicado as amostras das RARJ.

De acordo com a classificação estabelecida no diagrama TAS, optou-se por individualizar as fácies analisadas para uma melhor visualização de suas composições químicas. Sendo divididas em três (3) fácies, quais sejam: (i) quartzo-sienitos albitizados; (ii) metasienitos e, (iii) albititos.

### Elementos Traço

Os diagramas multielementares com os elementos traços para as rochas alcalinas foram normalizadas pelo manto primordial (Wood et al., 1979). Objetivando-se analisar o comportamento dos espectros de cada amostra, optou-se por confeccionar diferentes diagramas exibida na Figura II. 10.

O padrão dos espectros referentes aos quartzo-sienitos albitizados (QSa) apresentam certas diferenças em seus elementos litófilos de grande raio iônico (LILE), qual seja: (i) enriquecimento no elemento Ba e, (ii) fracionamento nos elementos Cs e, Rb. No que se refere ao padrão dos elementos de alto potencial iônico (HFSE), encontram-se enriquecidos nos incompatíveis Th, U e La. O diagrama (Figura II. 10A, B e C) mostra uma anomalia negativa nos elementos: (i) Nb, (ii) Sr e (iii) Ti respectivamente.

Assim como ocorre na litofáceis (QSa), o padrão dos espectros correspondentes aos Metasienitos (MS) apresentam similaridade no que se refere ao comportamento dos LILE's, com enriquecimento no elemento Ba e o fracionamento nos elementos Cs e, Rb que podem ser observados no diagrama (Figura II. 10A e B). Os HFSE encontram-se enriquecidos nos íons Th, U e La.

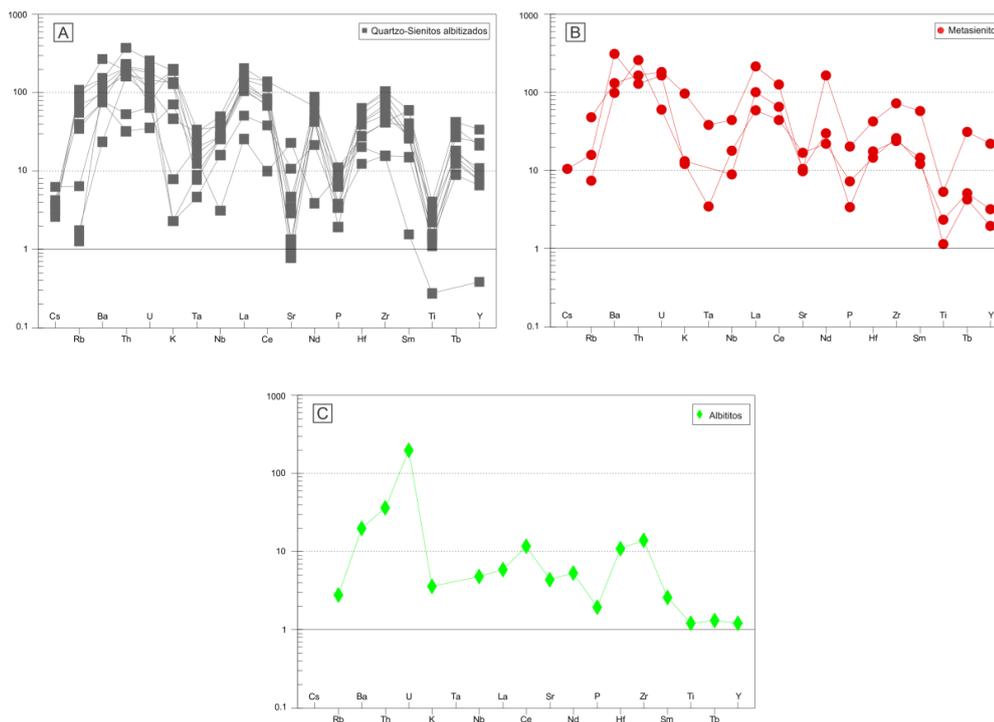
O comportamento apresentado pelos elementos incompatíveis (LILE) nos albititos mostram enriquecimento no elemento Ba e fracionamento nos elementos Rb assim como nas demais litofáceis analisadas. Porém, no que se refere aos padrões dos HFSE o diagrama apresenta um padrão de enriquecimento nos íons Th e U e um fracionamento no íon La (Figura II. 10C).

A similaridade entre os espectros das diferentes fáceis sugere que estas rochas sejam cogenéticas.

### **Elementos Terras Raras**

As análises espectrais dos elementos terras raras para as amostras de rochas sieníticas da RARJ tiveram seus valores normalizados pelo Condrito de Boynton (1984). As diferentes fáceis da rocha em tela mostram comportamento distinto apresentam um padrão dos ETR's semelhantes, ocorrendo em geral espectros paralelos indicando, por conseguinte, características químicas similares. O comportamento para cada amostra será analisado em diferentes diagramas.

Os padrões dos espectros para os (QSa) mostram um enriquecimento dos ETRL em relação aos ETRP. Observa-se uma anomalia negativa de Eu bem como um fracionamento dos elementos pesados, o que pode sugerir um magma fortemente fracionado nestes elementos (Figura II.10A).

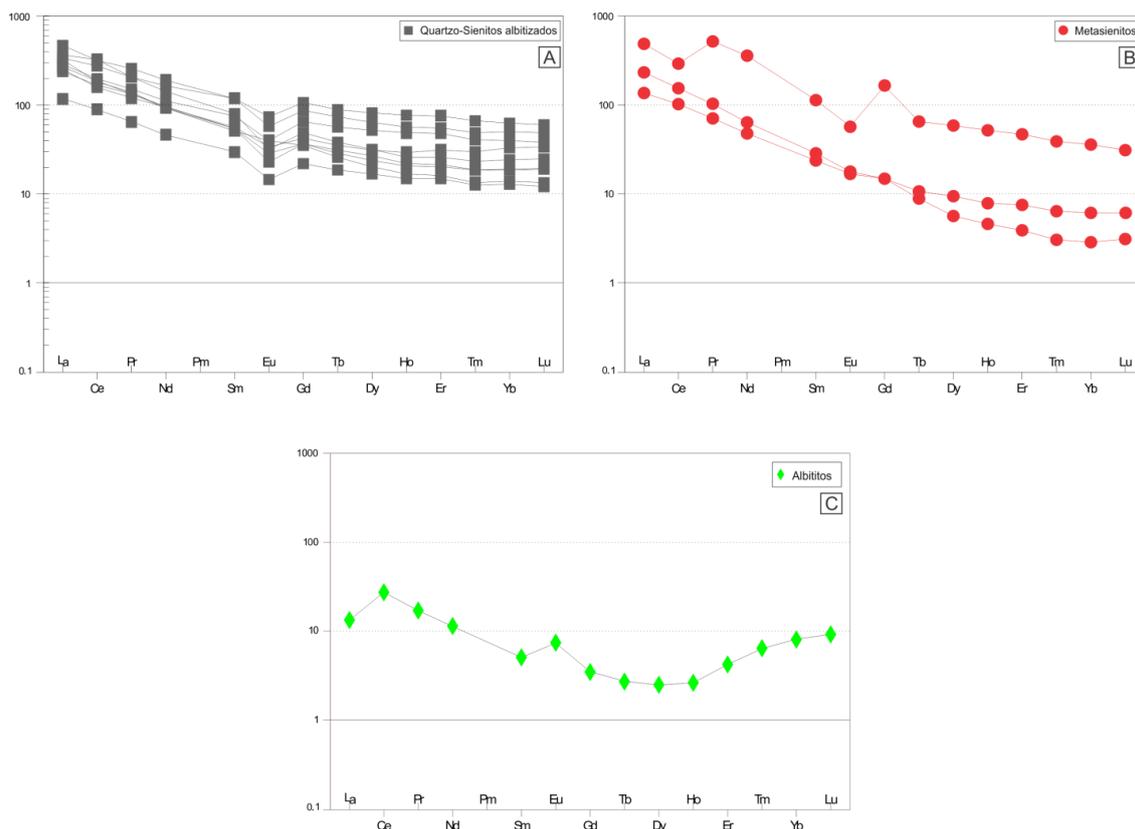


**Figura II. 10.** Diagramas multielementares para amostras das RARJ. Os valores do normalizador são de Manto Primitivo de Wood *et al.*, (1979).

Os padrões dos espectros para os (QSa) mostram um enriquecimento dos ETRL em relação aos ETRP. Observa-se uma anomalia negativa de Eu bem como um fracionamento dos elementos pesados, o que pode sugerir um magma fortemente fracionado nestes elementos (Figura II. 11A).

Os (MS) por sua vez apresentam-se fracionados nos ETRP e com relativa anomalia negativa de Eu (Figura II. 11B).

Assim como os (MS) a litofáceis (Alb) apresentam-se ligeiramente fracionada nos ETRP em relação aos ETRP e exibe relativa anomalia positiva de Eu (Figura II. 11C).

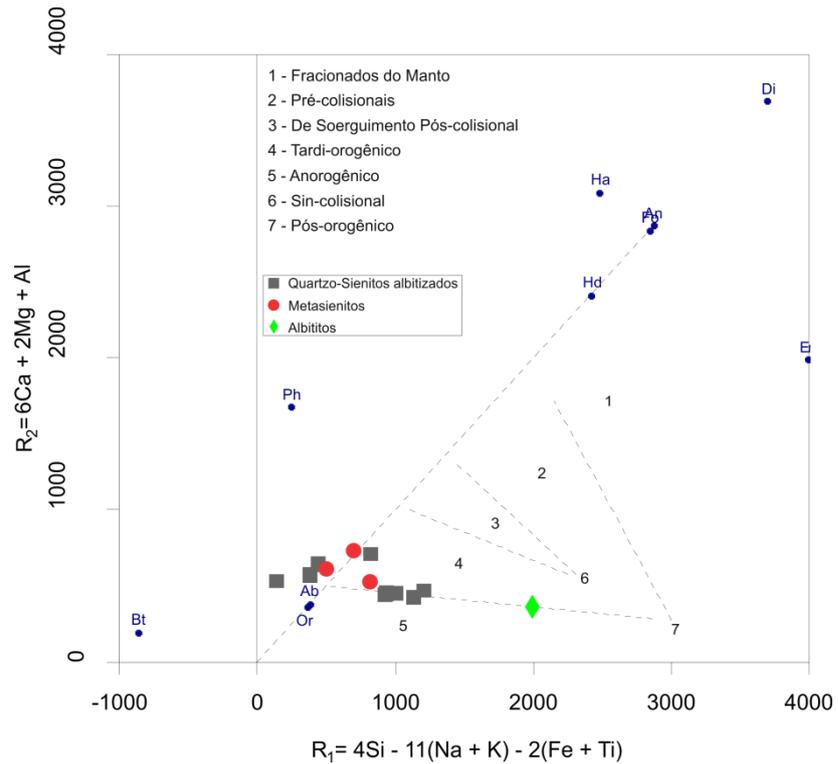


**Figura II. 11.** Padrões de Elementos Terras Raras para amostras das RARJ. Os valores do normalizador são do Condrito de Boynton (1984).

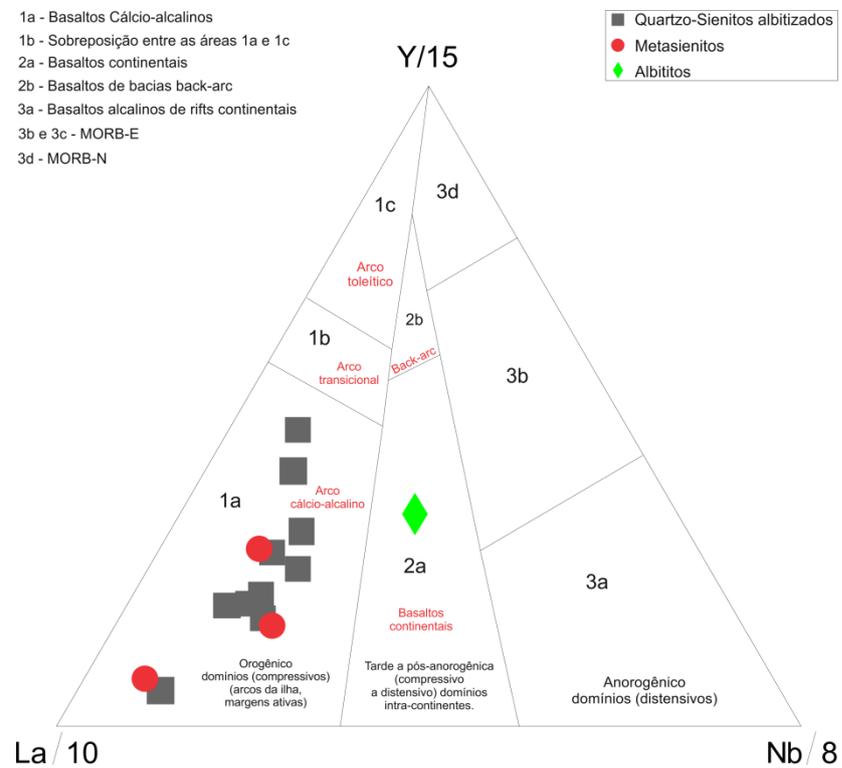
### Diagrama de ambiência tectônica R1 x R2

Aplicou-se neste estudo o diagrama binário de ambiência tectônica R1 x R2, proposto por Batchelor e Bowden (1985). Nele as amostras das RARJ sugerem que os litotipos albitíticos, mais novos, são pós-orogênicos, enquanto que os (Qsa) e os (M) estão associados aos estágios tardi-colisionais (Figura II. 12 e 13).

Vale ressaltar que os limites definidos no diagrama R1-R2 cuja abscissa corresponde a  $[R1=4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti)]$ ; e a ordenada  $R2=6Ca+2Mg+Al]$  de La Roche et al. (1980) utilizado por Batchelor & Bowden (1985) foram baseados nos grupos tectono-magmáticos propostos por Pitcher (1983).



**Figura II. 12.** Diagrama multicatiônico R1-R2 de Batchelor & Bowden (1985), para as litofáceis das RARJ.



**Figura II. 13.** Diagrama de Cabanis e Lecolle (1989).

## CAPÍTULO 3

### CONCLUSÕES

---

Com base nas observações de campo pode-se afirmar que todas as rochas estudadas, na sua maioria de origem ígnea plutônica, foram submetidas a condições de deformação dúctil, dúctil-ruptil e rúptil, pois se apresentam diversas estruturas como bandamento composicional, dobras, boudins, zonas de cisalhamento e sistemas de fraturas fechadas (diques e veios) e abertas.

A partir dos estudos petrográficos foi possível separar as rochas alcalinas nas seguintes litofácies: Metasienito, Metasienito albitizado com magnetita, Quartzosienito, Quartzo-Sienito Albitizado, e Albitito. A utilização das proporções modais no diagrama Q-A-P de Streickeisen (1976) classificou essas litofácies como álcali-sienitos, a quartzosienitos.

Os litotipos alcalinos apresentam desde microestrutura granoblástica granular a granonematoblástica. Sendo que nos corredores de cisalhamento, os Metasienitos apresentam mosaico de cristais de microclina recristalizados. Por sua vez, o Metasienito albitizado os cristais de microclina apresentam bordas cominuídas formando a microestrutura mortar, em mosaico com plagioclásio.

No Quartzosienito albitizado observou-se coroa de reação na microclina formando albita, caracterizando o processo de albitização. Já os Albititos encontram-se orientados devido ao cisalhamento constituindo microestruturas protomiloníticas bem orientada e com presença de mosaico composto por cristais de albita.

Com base na litogeoquímica, as litofácies alcalinas são classificadas, em sua maioria, como sienitos a quartzosienitos do tipo alcalino, variando entre rochas potássicas e sódicas de acordo com Le Maitre et al. (1989), sendo que a ocorrência de amostras no domínio das rochas ultrapotássicas podem ser explicada pelo processo hidrotermal/metamórfico observado.

São litotipos peralcalinos com algumas amostras metaluminosas e não há distinção clara entre às litofácies petrográficas. As amostras exibem tendência de evolução linear bem definida para diversos óxidos nos diagramas de Harker (1906),

exceto para o  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  que se distribuem como uma nuvem de, onde a dispersão possivelmente foi motivada por processos hidrotermais.

O paralelismo observado entre os espectros das litofácies suportam a ideia de que as rochas alcalinas são cogenéticas, e que a geometria observada deva refletir a assinatura geoquímica da fonte geradora dos magmas que deram origem a estas rochas.

Os diagramas de classificação tectônica para as rochas alcalinas de Jaguaquara sugerem que os litotipos são tardi- a pós-orogênicos, entretanto os estudos de geologia estrutural mostram que as litologias alcalinas exibem, pelo menos, duas fases de deformação ( $S_n$  e  $S_{n+1}$ ), indicando que são sin tectônicos.

Na área de pesquisa, trabalhos realizados por Macedo (2006) mostram que o metamorfismo ocorreu em condições termodinâmicas da ordem de  $850^\circ\text{C}$  e 5-8 kbar, para temperaturas e pressões respectivamente, sendo compatível com as condições P-T encontradas em toda a região granulítica do sul da Bahia (Barbosa et al. 2017).

Os granulitos enderbíticos-charnockíticos classificados por Macedo (2006) foram datados pelo método SHRIMP em zircões, em 2,8 e 2,7 Ga por Alibert e Barbosa (1992) e em 2,7 Ga por Silva et al. (2002).

Finalmente, pesquisas mais aprimoradas deverão ser realizadas utilizando, por exemplo, a geocronologia e geoquímica isotópica, para indicar idades e fontes das litofácies identificadas na região de Jaguaquara. Com isso será possível correlacionar melhor os eventos metamórficos/deformacionais registrados nas rochas alcalinas com aqueles que formaram o Bloco Jequié e o Orogeno Itabuna-Salvador-Curacá (Barbosa e Sabaté 2002, 2004).

## REFERÊNCIAS

- Alibert, C.; barbosa, J.S.F. (1992). Âges U-Pb determines à la “SHRIMP” sur des zircons du Complex de Jequié, Cráton de São Francisco, Bahia, Brésil. In: RÉUN. SCI. TERRE (RST), 14, Toulouse, France, 1992, p.4.
- Almeida, F.F.M. (1969). Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: CONG. BRAS. GEOL., 23, Salvador, 1969, Anais... Salvador, SBG, p. 29-46.
- Almeida, F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. Rev. Bras. Geociências.7: 349-364.
- Barbosa, J.S.F.; SABATÉ, P.(2002). Geological and Geochronological Features and the Paleoproterozoic Collision of The Four Archean Crustal Segments of The São Francisco Craton, Bahia, Brazil. Revista da Academia Brasileira de Ciências. 74(2): 343-359.
- Barbosa, J. S. F.; Sabaté, P. Colagem Paleoproterozóica de placas arqueanas do Cráton do São Francisco na Bahia. Rev. Bras. Geoc., v. 33, p. 7-14. 2003.
- Barbosa, J.S.F., Sabaté, P. (2004). Archean and Paleoproterozoic crust of the São Francisco Cráton, Bahia, Brazil: geodynamic features. Precam. Res. 133: 1-27.
- Barbosa, J. S. F., cruz, S. S. P., souza, J. S. de. (2012). Terrenos Metamórficos do Embasamento. In: BARBOSA, J.S.F. (Coordenação Geral). Geologia da Bahia. Pesquisa e Atualização. Salvador. Volume 1. p. 101-201.
- Barbosa J.S.F.; Leal, A.B.M.; Fuck, R.A.; Souza-Oliveira, J.S.; Gonçalves, P.; Leite, C.M.M. (2017) Ultrahigh-temperature metamorphism of 2.0 Ga - Old sapphirine-bearing granulite from the Itabuna-Salvador-Curaçá Block, Bahia, Brazil. Revista de Geologia USP, Série científica, São Paulo, v.17: n.1, p.89-108
- Batchelor, R. A., bowden, P. Petrogenetic interpretation of granitoids series using multicationic parameters. Chemical Geology, n.48, p. 43-55, 1985

- Boynton, W. V. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: henderson, P. Rare Earth Element Geochemistry. Amsterdam: Elsevier, 1984. p. 63-114.
- Cordani, U.G. (1973) Evolução geológica Pré-Cambriana da faixa do Brasil entre Salvador e Vitória. Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, 312p.
- Fernandes, E. R. M. de C. 2010. Estudo Petrográfico dos Granulitos da Região de Nova Itarana, Bahia. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Universidade Federal da Bahia. 80p.
- Fornari, A. e barbosa, J.S.F. (1992). A Suite Enderbítica-Charnockítica da Região de Mutuípe-Bahia. In: SIMP. REG. GEOL. BAHIA-SERGIPE, 1. Salvador, 1992. Anais Salvador, SBG. 1: 87-91.
- Harker, A. (1909). The natural history of the igneous rocks. New York, 384p.
- Laznicka, PETER. Giant metallic deposits: future sources of industrial metals Berlin; New York : Springer, c2006.
- Le maitre, R. W., 1989, A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms: Oxford, England, Blackwell Scientific Publications Ltd, 193 p.
- Macedo E. P (2006). Petrografia, Litogeoquímica, Metamorfismo e Evolução Geotectônica dos Granulitos das Regiões de Amargosa, Brejões, Santa Inês, Jaguaquara e Itamari, Bahia, Brasil. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Middlemost, E.A.K. 1975. The Basalt Clan. Earth Sci. Rev., 11(4):337-364.
- Middlemost, E.A.K. 1994. Towards a comprehensive classification of igneous rocks and magmas. Earth Sci. Rev., 31:73-78.

- Peixoto, A. A. Aspectos geológicos, petrológicos e geoquímicos do plutonismo miasquítico brasileiro da região sul do estado da Bahia: batólito sienítico Itabuna. 2005. 134 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.
- Peixoto, A. A. Plutonismo Brasileiro da região de Itabuna, Bahia: geologia, petrologia e geoquímica / Adriana Almeida de Peixoto; organizadores, Dante Severo Giudice, Icalmar Vianna. – Salvador: CBPM, 2017. 70 p.: il. color. – (Série publicações especiais; 19).
- Ribeiro, C.C., Brod, J. A., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Palmieri, M., Cordeiro, P.F.O., Torres, M.G., Grasso, C.B., Barbosa, E.S.R., Barbosa, P.A.R., Ferrari, A.J.D. e Gomide, C.S. 2014. Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras. In: Silva, M. G., Rocha Neto, M.B., Jost, H., Kuyumjian, R.M.(org.). Potencial e Controles Metalogenéticos de ETR, Ti e Nb em Províncias Alcalino-Carbonatíticas Brasileiras. Belo Horizonte, CPRM, p. 559-586.
- Shand S.J. 1943. The eruptive rocks. John Wiley, New York, segunda edição. 444p.
- Silva, L. C.; armstrong, R.; delgado, I.M.; arcanjo, J.B.; melo. R.C; teixeira, L.R.; jost, H.; carcoso filho, J.M.; pereira, L.H.M. (2002). Reavaliação da evolução geológica em terrenos Pré-cambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP. Parte I: Limite centro-oriental do Cráton do São Francisco. Rev. Bras. Geoc. 33 (4): 501-502.
- Sorensen, H. The alkaline rocks. London, UK: New York, USA: c1974. 622p.
- Wood, D. A.; Joron, J. L.; Treuil, M. A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings. Earth and Planetary Science Letters, Amsterdam Elsevier Scientific Pubhshmg Company, n. 45, p. 326-36, 1979.

# **ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA PESQUISAS EM GEOCIÊNCIAS, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, PORTO ALEGRE, RS, BRASIL**

---

## **Diretrizes para os autores**

### **Instruções aos Autores**

Os manuscritos devem ser cuidadosamente preparados pelos autores observando as instruções aqui apresentadas.

A partir de 2018, as submissões são pelo Sistema Eletrônico de Editoração Eletrônica (SEER) disponibilizadas pela Open Journal System na base de dados da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Na etapa de submissão, os autores devem preparar um arquivo com extensão pdf, incluindo o texto e todas as ilustrações. A fim de facilitar a preparação do arquivo a ser submetido pelos autores, a revista disponibiliza um modelo de documento para acesso e utilização como padrão na confecção do arquivo de texto. As instruções gerais e o detalhamento sobre a formatação são apresentados a seguir.

### **Arquivo modelo para preparação dos manuscritos**

#### **Considerações gerais**

1. Os manuscritos devem ser originais, com temática relacionada com a área de Geociências, conforme tabelas de áreas de conhecimento do CNPq e da CAPES.

2. Os manuscritos devem elaborados observando rigorosamente as normas de redação da língua mãe.

3. Na submissão, o autor correspondente deverá declarar que (i) o trabalho não foi publicado anteriormente (exceto na forma de um resumo ou como parte de uma palestra ou de um trabalho de conclusão de curso, tese ou dissertação); (ii) o trabalho não está sendo avaliado para publicação em outro meio de divulgação; (iii) todas as informações apresentadas no manuscrito são de responsabilidade do autor correspondente, bem como dos demais coautores, quando houver; e, (iv) se aceito, não será publicado na mesma forma por outro meio.

## **Língua**

4. Línguas aceitas para submissão e publicação: português, espanhol ou inglês.
5. Manuscritos redigidos em português: além do resumo, devem conter abstract.
6. Manuscritos redigidos em espanhol: além do resumen, devem conter abstract.
7. Manuscritos redigidos em inglês: além do abstract, devem conter resumo.

Conservar a homogeneização da língua inglesa no formato americano ou britânico.

8. Termos não traduzidos de outra língua, distinta daquela do manuscrito, devem constar em itálico.

## **Formatação do manuscrito para submissão**

9. Cada manuscrito pode conter um total de até 40 páginas, incluindo referências e ilustrações no formato de submissão. Páginas excedentes poderão ser publicadas mediante consulta prévia.

10. Materiais suplementares vinculados ao manuscrito (tais como figuras em formatos distintos, listas, tabelas com dados detalhados) poderão ser publicados, sob consulta, somente na forma online, sendo os autores responsáveis pela formatação final.

11. Utilizar o software Microsoft Word para produção do texto, com todas as margens ajustadas em 2,5 cm, espaço 1,5 entre linhas, fonte Times New Roman. Manter a formatação do texto o mais simples possível.

12. Todas as páginas do texto devem ser sequencialmente numeradas na margem superior direita.

13. As linhas devem estar numeradas de modo contínuo do início ao fim do texto.

14. Título do trabalho: alinhado à esquerda, em negrito, fonte tamanho 14. Manuscritos redigidos em português ou espanhol deverão ter o título vertido para língua inglesa e posicionados logo abaixo do título original em uma nova linha. Manuscritos em inglês deverão ter o título vertido para a língua portuguesa, também posicionado abaixo do título original.

15. Nome dos autores: tamanho 12, com a margem alinhada à esquerda, escritos em sequência, separados por vírgulas (e “&” antes do último); o último sobrenome de cada autor deverá ser escrito em caixa alta; exemplo: Carla Amaral RITTER, Pedro Luiz MENDONÇA & Adam SMITH (incluir números sobrescritos referentes aos vínculos institucionais explicitados a seguir).

16. Vínculo institucional dos autores: fonte 11, alinhado à esquerda, espaço simples (1), adaptar estritamente conforme os exemplos que seguem; não utilizar abreviações nos nomes das instituições.

1 Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9.500, CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil (email@xxx).

2 Centro de Ciência do Sistema Terrestre, Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. Av. dos Astronautas, 1.758, CEP 12.227-010, São José dos Campos, SP, Brasil (email@zzz.zz, email@yyyy.yy).

17. Resumo, resumen e abstract: devem abordar de forma clara e concisa a problemática, os objetivos, os métodos, os resultados e as conclusões, nesta ordem; comportar até 20 linhas, em fonte 11, parágrafo único (reco de 1 cm à direita e à esquerda), espaço entre linhas simples, sem citações bibliográficas.

18. Palavras-chave (para manuscritos em português e inglês), Palabras clave (manuscritos em espanhol) e Keywords (manuscritos em português, espanhol e inglês): lista de até seis termos, separados por vírgula, fonte 11, espaço entre linhas simples, reco de 1 cm à direita e à esquerda; evitar utilizar termos já descritos no título.

19. Organizar o texto nas seguintes seções: 1 Introdução; 2 Área; material e métodos (inserir nesta seção informações sobre o estado de arte: p. ex. caracterização geológica, estratigráfica, fundamentação teórica); 3 Resultados; 4 Discussão dos resultados; 5 Conclusões; Agradecimentos (opcional); e Referências bibliográficas. Seções distintas e/ou adaptadas a estas poderão ser aceitas, conforme a natureza do tema.

20. Todo o texto, a partir da seção 1 Introdução (excetuando-se os agradecimentos), deve ser confeccionado em fonte 12, justificado, com primeira linha de cada parágrafo com reco do lado esquerdo de 1,25 cm.

21. Os títulos das seções deverão constar ordenadamente com algarismos arábicos, em negrito, alinhados à esquerda, sem reco, fonte 12.

22. Os subtítulos devem ser ordenados com algarismos arábicos, alinhados à esquerda, sem reco, em itálico (p. ex.: 2.1 Localização da área, 2.2 Estratigrafia, 2.3 Métodos), assim sucessivamente, até a terceira ordem (p. ex.: 3.2.1), fonte 12.

23. Agradecimentos: sem numeração, fonte 11, espaço simples entre linhas, alinhado à esquerda, sem reco, incluindo, quando cabíveis, números de

projetos/processos, agências de fomento, esclarecimento sobre a relação do manuscrito como parte constituinte de dissertações ou teses de doutoramento etc. Os autores não devem fazer agradecimentos às suas próprias instituições.

24. As ilustrações devem ser inseridas no arquivo Microsoft Word, na posição desejada, centralizadas, com a respectiva legenda na posição superior (no caso de tabelas e quadros) ou inferior (figuras). A primeira citação de uma ilustração no texto deve ser feita antes de sua inserção. Ordenar as ilustrações de modo fluido, de modo a facilitar a leitura do texto e sua posterior e imediata visualização.

25. Recomendações gerais sobre a formatação: (i) não usar hifenização no processador de texto; (ii) usar negrito, itálico, subscripto, sobrescrito etc., somente quando pertinente; (iii) não importar tabelas e equações de programas gráficos (use o processador de texto para criá-las); (iv) não utilizar notas de rodapé; (v) utilizar sempre os símbolos internacionais de medidas ao invés dos nomes completos (p. ex.: 7 m ao invés de 7 metros).

## **Ilustrações**

26. Figuras, tabelas e quadros são consideradas ilustrações.

27. Figuras: são ilustrações gráficas, imagens fotográficas ou fotomicrográficas, com extensão jpg, ou jpeg, ou tiff; em resolução compatível para publicação (mínima de 300 dpi).

28. Tabelas: compreendem ilustrações que armazenam informações numéricas, construídas com bordas laterais abertas; não devem ultrapassar uma página em extensão; editadas em Word ou Excel.

29. Quadros: são ilustrações contendo elementos textuais, construídos com bordas fechadas; não devem ultrapassar uma página em extensão; editados em Word ou Excel.

30. Em casos excepcionais, apêndices poderão compor o manuscrito, alocados após as referências.

31. Numeração das ilustrações: o número das figuras, tabelas e quadros é independente (p. ex.: figura 1, figura 2, quadro 1, quadro 2, tabela 1), constituindo numeração e ordenamento próprios para cada tipo de ilustração, de forma sequencial.

32. Figuras compostas: trata-se de ilustração com mais de uma parte interna (vide exemplos na lista abaixo). Nestes casos, cada parte deve conter uma letra maiúscula no canto superior esquerdo, em tamanho não maior que 14, conforme

exemplos que seguem. A legenda deve ser iniciada por um título geral para a figura como um todo, seguida de suas respectivas partes.

Exemplo: Hadlich et al. (2017, v. 44, n. 3, p. 403)

Figura 1. Contexto geológico regional. A) Localização do Cinturão Dom Feliciano no sul do Brasil (adaptada de Chemale Jr., 2007); B) Domínios interno, central e externo do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Catarinense e falhas que os delimitam (adaptado de Basei et al., 2011a); C) Geologia da região de Gaspar (a partir de Wildner et al., 2014).

Recomendação: atentar para as normas de pontuação, que devem ser seguidas, estritamente conforme exemplos.

33. No texto, as ilustrações deverão ser citadas conforme os exemplos apresentados: “A coluna estratigráfica do intervalo estudado é apresentada na figura 5.” “Dos táxons registrados, somente *G. occidentalis* (Fig. 7A) e *G. obovata* (Fig. 7B e C) correspondem...” “As características pluviométricas da área estão listadas, por município, no quadro 2, enquanto os valores das temperaturas médias e precipitação são apresentados separadamente (Tab. 3 e 4).”

34. Todas as ilustrações devem ser preparadas e inseridas no texto de modo a não necessitar ampliações ou reduções, com legibilidade e dimensões compatíveis a uma largura máxima de 8 ou 16,5 cm (para uma coluna ou para a largura da página, respectivamente) e altura máxima de 24 cm, considerando o uso econômico dos espaços disponíveis. Evitar espaços internos em branco.

35. Ilustrações confeccionadas com gradientes de cor (ex. tons de cinza), os autores devem garantir que os tons escolhidos sejam discerníveis no formato eletrônico e impresso.

36. Legendas dos manuscritos redigidos em português: todas as legendas das ilustrações devem vir acompanhadas de sua versão integral na língua inglesa.

37. Legendas dos manuscritos redigidos em espanhol: todas as respectivas legendas das ilustrações devem vir acompanhadas de sua versão integral na língua inglesa.

38. Legendas dos manuscritos redigidos em inglês: todas as respectivas legendas das ilustrações devem vir acompanhadas de sua versão integral na língua portuguesa.

39. Nos casos de figuras compostas, dar nome geral à figura e, logo após, às suas partes, tal como exemplificado a seguir: Figura 1. Mapa de localização. A) Bacia de

Campos; B) Localização da área de mapeamento (polígono azul). Figure 1. Location map. A) Campos Basin; B) Location of mapping area (blue polygon).

40. Recomendações adicionais: (i) não usar qualquer tipo de arquivo otimizado para tela (tais como GIF, BMP, PICT, WPG); (ii) molduras das figuras devem ter espessura compatível com os caracteres internos; (iii) escalas gráficas devem ser expressas nas áreas das ilustrações; (iv) todos os símbolos devem ser explicados convenientemente nas legendas gráficas (dentro da figura) ou na legenda textual; (v) os menores símbolos ou letras devem ter uma altura mínima de 1 mm); (vi) sugere-se o uso da fonte Arial narrow para as ilustrações; (vii) no modelo de documento disponível no sítio da revista é apresentada uma tabela e um quadro, rigorosamente preparados conforme o padrão da revista.

41. Cada mapa ou imagem de localização deve comportar: seta Norte; escala de barra em quilômetros (km) ou metros (m); grade/malha e informação do sistema de coordenadas; fuso; datum.

### **Referências bibliográficas**

42. Ao longo do texto e nas legendas, as citações devem seguir os formatos dos seguintes exemplos: Santos (1970), Smith & McGregor (1956), Lange (1947a, 1947b), e para três ou mais autores: Lange et al. (1951). Quando entre parênteses, referenciar os vários artigos primeiramente em ordem cronológica e, como segundo critério, em ordem alfabética, conforme os seguintes exemplos: (Lange, 1947a, 1947b; Lange et al., 1951; Smith & McGregor, 1956; Axel, 1970; Smith, 1970).

43. O emprego do termo apud como recurso à citação de obras não consultadas diretamente pelo autor é desencorajado, salvo em casos excepcionais.

44. As referências devem ser listadas ao final do texto, ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do primeiro autor, seguido dos demais autores, conforme, criteriosamente, os exemplos fornecidos.

### **Livros:**

Passchier, C.W., Myers, J.S. & Kroner, A. 1990. Field geology of high-grade gneiss terrains. Berlin, Springer-Verlag, 150p.

### **Capítulos de livro:**

Brown, G.C. 1982. Calc-alkaline intrusive rocks: their diversity, evolution and relation

to volcanic arcs. In: Thorpe, R.S. (Ed.). *Andesites: orogenic andesites and related rocks*. London, John Wiley, p. 437-460.

#### **Artigos em periódicos:**

Andrés, M.F. 2008. Modelización del flujo em aquífero confinado sin discretización temporal. *Boletín Geológico y Minero*, 119(2): 273-282.

Russo, R.W. 1997. Facies and facies models. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 256(3/4): 7-34.

Russo, R.W. & Caldas, P.K. 2015. Anfíbolites and granulites. *Lithosphere*, 14(2): 7-21.

Russo, R.W. & Silver, P.J. 1996. Cordillera formation, mantle dynamics, and the Wilson cycle. *Geology*, 24(1): 5-35.

Russo, R.W., Oliveira, S.S. & Ramos, V. 1994. Fluvial responses to climate and sea-level change: a review and look forward. *Sedimentology*, 33(supl.): 4-27.

Sommer, F.W. 1959. Introdução ao estudo sistemático dos gêneros paleozóicos de esporos dispersos. II - Pollenites. *Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia*, 197: 5-91.

#### **Trabalhos publicados em anais de eventos:**

Schneider, R.L., Mühlmann, H., Tommasi, E., Medeiros, R.A., Daemon, R.F. & Nogueira, A.A. 1974. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, SBG, v. 1, p. 41-66.

#### **Trabalhos acadêmicos:**

Macedo, F.P. 1982. Petrologia do complexo granítico de São Gabriel, RS. Porto Alegre, 193p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Massoli, M. 1991. Relação entre o embasamento cristalino e os sedimentos basais do Subgrupo Itararé na região de Salto de Pirapora, SP. São Paulo, 94p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

Silva, W.G. 2008. Bioestratigrafia e variações relativas do nível do mar na Planície Costeira do Rio Grande do Sul: estudo da seção neogênica/quaternária do poço

2-CA-1-RS com base em registros palinológicos. Porto Alegre, 84p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

#### **Relatórios internos e outras produções institucionais:**

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Vocabulário básico de recursos minerais e meio ambiente. 2a. ed., Rio de Janeiro, IBGE, 332p.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 2002. Diagnóstico das condições das encostas marginais dos reservatórios dos rios Tietê e Paranapanema. São Paulo, IPT, 440p. (Relatório 23.302).

Malcom, H.J. 1979. Report on biostratigraphical results of samples from Colorado Basin. Houston, EXXON/SIEXF, 152p. (Internal Report).

#### **Mapas:**

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1981. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 2 v., escala 1:1.000.000.

#### **Documentos em meio eletrônico:**

Camargo, K.C. & Spoladore, A. 2009. Considerações geológicas e geomorfológicas sobre a distribuição de cavernas carbonáticas ao primeiro planalto paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 30., 2009, Montes Claros. Anais... Montes Claros. p. 1-17. Disponível em: <  
[http://www.sbe.com.br/anais30cbe/30cbe\\_011-017.pdf](http://www.sbe.com.br/anais30cbe/30cbe_011-017.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2009.

Frater, H. 1998. Landforms of the Earth. Berlin, Springer, 1 CD-ROM.

Hinrichs, R. & Soares, A.P.P. 2001. Análise de metais pesados em pilhas e baterias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 8., 2001, Curitiba. Anais... Curitiba, SBGq. 1 CD-ROM.

Micheels, A., Bruch, A. & Mosbrugger, V. 2009. Miocene climate modeling sensitivity experiments for different CO<sub>2</sub> concentrations. *Palaeontologia Electronica*, 12(2): 1-19.

Disponível em: <[http://palaeo-electronica.org/2009\\_2/172/index.html](http://palaeo-electronica.org/2009_2/172/index.html)>. Acesso em: 05 out. 2009.

## **Condições para submissão**

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

A submissão de um artigo implica que:

(i) o trabalho descrito não foi publicado anteriormente (exceto na forma de um resumo ou como parte de uma palestra ou de um trabalho de conclusão de curso, tese ou dissertação);

(ii) o trabalho não está sendo avaliado para publicação em outro órgão;

(iii) todas as informações apresentadas no manuscrito são de responsabilidade do autor signatário, bem como dos demais autores, partícipes do conteúdo submetido; e,

(iv) se aceito, não será publicado na mesma forma por outro órgão.

O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores, na seção Sobre a Revista.

## **Política de Privacidade**

### **Aspectos éticos e de privacidade**

À Comissão Editorial, ao Corpo Consultivo e aos consultores científicos ad hoc cabe a responsabilidade ética do sigilo e da colaboração voluntária para garantir a qualidade científica das publicações e da revista.

Aos autores cabe a responsabilidade da veracidade das informações prestadas, do depósito dos materiais estudados em instituições legais, quando couber, e o cumprimento das leis locais que regem a coleta, o estudo e a publicação dos dados.

A identificação dos avaliadores não é obrigatória.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Av. Bento Gonçalves, 9500 - Prédio 43113  
91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil  
E-mail: [pesqgeoc@ufrgs.br](mailto:pesqgeoc@ufrgs.br)

**ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO**

---

**[PG] Agradecimento pela Submissão** Caixa de entrada x**Pesquisas em Geociências - Comissão Editorial** <pesqgeoc@ufrgs.br> para mim ▾

Robson Robson Mauro dos Anjos,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "As Rochas Alcalinas da Região de Jaguaquara - Petrografia Litogeoquímica, Bloco Jequié - Bahia, Brasil" para Pesquisas em Geociências. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema localizado em:

URL do Manuscrito:

<https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/author/submission/104620>

Login: mrobson2

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este email. Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

Pesquisas em Geociências - Comissão Editorial

Pesquisas em Geociências

---

Pesquisas em Geociências<http://www.seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>