



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Geologia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

MAYARA FRAEDA BARBOSA TEIXEIRA

**GEOCRONOLOGIA DO GRANITO MERUOCA E
DIQUES ASSOCIADOS, PROVÍNCIA BORBOREMA,
NOROESTE DO ESTADO DO CEARÁ.**

Belém – Pará
Fevereiro – 2010

MAYARA FRAEDA BARBOSA TEIXEIRA

**GEOCRONOLOGIA DO GRANITO MERUOCA E DIQUES
ASSOCIADOS, PROVÍNCIA BORBOREMA, NOROESTE DO
ESTADO DO CEARÁ**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de
Geologia da Universidade Federal
do Pará-UFGPA, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Candido
Augusto Veloso Moura

BELÉM
2010

MAYARA FRAEDA BARBOSA TEIXEIRA

**GEOCRONOLOGIA DO GRANITO MERUOCA E DIQUES
ASSOCIADOS, PROVÍNCIA BORBOREMA, NOROESTE DO
ESTADO DO CEARÁ**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de
Geologia da Universidade Federal
do Pará-UFPA, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

DATA DE APROVAÇÃO: ____/____/____

CONCEITO:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Candido Augusto Veloso Moura - Orientador
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Claudio Nery Lamarão – Relator
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará

Jaime Barbosa- Avaliador
Geólogo CPRM

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Luis
Teixeira e Maria das Graças
Barbosa, e a minha avó
Arlete Teixeira (*in
memoriam*)

“A percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências. O homem que não tem os olhos abertos para o misterioso passará pela vida sem ver nada”.

[Albert Einstein]

AGRADECIMENTOS

Expresso meus sinceros agradecimentos:

A Deus pelo dom da vida, e por ter possibilitado mais esta graça alcançada;

A Universidade Federal do Pará, ao Instituto de Geociências, em especial, à Faculdade de Geologia;

Ao Prof. Candido Augusto Veloso Moura pelas orientações, críticas, sugestões, ensinamentos e, sobretudo, a sua amizade e confiança;

A Prof. Rosemery da Silva Nascimento pelo acompanhamento do trabalho, com orientações, críticas e sugestões.

Aos professores Marco Antônio Galarza e Paulo Sérgio de Sousa Gorayeb pelo tempo reservado a me ajudar no trabalho de geocronologia e petrografia, respectivamente;

Ao professor Francisco de Assis Matos de Abreu, coordenador do Projeto de Mapeamento Geológico das folhas Sobral, Frecheirinha e Ipú, convênio do CPRM com a Universidade Federal do Pará, pelo apoio dado pelo projeto para a coleta de amostras;

A família, e em especial, aos meus pais, minha tia Patrícia Teixeira, de quem serei eternamente grata pela educação dada, pelos momentos de incentivo, consolo, alegria e luta.

Aos amigos Luis Gustavo Viegas, Gilmara Feio, Carla Barreto, Erick Silveira, Glauber Cosenza e Érika Santiago pelo apoio e incentivo.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram para que eu concluísse com êxito esta etapa da minha vida.

RESUMO

Nas proximidades da Cidade de Sobral, no noroeste do Estado do Ceará, ocorre um batólito granítico, limitado pela zona de falhas Café-Ipueiras, conhecido na literatura com Granito Meruoca. A oeste deste corpo corre um feixe de diques subparalelos, orientados na direção E-W que, por vezes, chegam a interliga-se com o Granito. Trata-se do Feixe de Diques de Coreaú. Este magmatismo está inserido, no Domínio Médio Coreaú que engloba um embasamento paleoproterozóico composto predominantemente de gnaisses migmatíticos e rochas metassedimentares, e rochas metassedimentares e vulcânicas do Neoproterozoico. Este conjunto de rochas é intrudido por granitos sin- e pós-tectônicos em relação ao evento Brasileiro. Este trabalho apresenta dados geocronológicos obtidos pelo método de evaporação de Pb em zircão, em rochas do Granito Meruoca e dos Diques de Coreaú, com o objetivo de investigar a contemporaneidade entre este plúton granítico e os diques. Devido ao baixo teor de Pb nos cristais de zircão ou alguma particularidade que dificultava a ionização de Pb, as idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ foram obtidas em um grupo de três ou quatro cristais depositados no filamento. Este procedimento, e a presença de cristais de zircão herdados em amostras do Granito Meruoca e dos Diques de Coreaú dificultaram a obtenção de idades de cristalização dessas rochas. No entanto, foi possível obter a idade de 518 ± 34 Ma em um dos conjuntos de cristais de zircão Granito Meruoca, que foi interpretada como a idade de cristalização desse plúton. Ela é similar a idade recentemente publicada de 523 ± 9 Ma utilizando o método U-Pb em zircão com SHRIMP. Para os Diques de Coreaú foi possível obter a idade de 523 ± 20 Ma, que é similar a idade de cristalização aqui sugerida para o Granito Meruoca. Este resultado vem ratificar estudos geológicos desenvolvidos anteriormente que sugerem a contemporaneidade entre o magmatismo do Granito Meruoca e o Feixe de Diques de Coreaú.

Palavras-chave: Geocronologia, Evaporação de Pb, Zircão, Granitogênese, Domínio Médio Coreaú.

ABSTRACT

The Meruoca Granite is a batholite which occurs near the town of Sobral (NW-Ceará) and is limited by the Café-Ipueiras fault zone. To the west of this pluton a sub-parallel E-W dyke swarm occurs, which is known as the Coreau Dyke Swarm. Both granite and dykes are intrusive in the rocks of the Médio Coreau domain, which encompasses a Paleoproterozoic basement consisting mainly of migmatitic gneisses and metasedimentary rocks, in addition to Neoproterozoic metasedimentary and volcanic rocks. This work presents geochronological data obtained by zircon Pb-evaporation method for the Meruoca Granite and the Coreau Dykes, in order to investigate the contemporaneity between this granite pluton and the dyke swarm. Due to the low Pb content of the zircon crystals, or any other singular aspects that prevent a good Pb ionization, the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ages were obtained in groups of three to four crystals deposited in filament, instead of in a single crystal. This procedure, along with the presence of inherited zircon crystals in samples of both Meruoca Granite and the Coreau Dykes, made it difficult to obtain the crystallization ages for these rocks. However, one of Meruoca Granite crystal sets yielded the age of 518 ± 34 Ma, which was interpreted as the crystallization age of the pluton. This age is similar to a recent published SHRIMP zircon U-Pb age of 523 ± 9 Ma. The Coreau Dykes yielded the age of 523 ± 20 Ma, similar to the age of crystallization suggested in the present work for the Meruoca Granite. These results support previous studies which suggested that Meruoca Granite and Coreau Dykes magmatism was coeval.

Keywords: Geochronology, Pb-evaporation, Zircon, Granitogenesis, Médio Coreau Domain.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Mapa de localização da área de estudo	16
Figura 2	Fluxograma apresentando as etapas envolvidas na preparação de amostras para análise geocronológica	21
Figura 3	Mapa geológico da porção noroeste da Província Borborema, mostrando os domínios estruturais. Segundo Santos 2008	23
Figura 4	Mapa geológico simplificado da porção NW da Província Borborema com destaque para o Domínio Médio Coreaú. Segundo Cavalcante <i>et al.</i> 2003	25
Figura 5	Bloco diagrama mostrando o alojamento dos plutons Meruoca e Mucambo, no Graben de Jaibaras e as anisotropias crustais. Segundo Oliveira 2001.	26
Figura 6	Padrão de distribuição dos elementos terras raras nos plutons de Mucambo e Meruoca. Segundo Sial et al. (1981); Sial (1989)	27
Figura 7	Visão Geral destacando a Serra da Meruoca	31
Figura 8	Visão de afloramentos do Granito Meruoca, onde foram realizadas as amostragens, (A) Pedreira Baracho (2008/SOB-01) e (B) Pedreira Ventura (2008/FRE-04).	32
Figura 9	Fotografias em afloramento do Granito Meruoca na Pedreira Ventura destacando. (A) a presença de sulfetos; (B) a presença de enclaves máficos	34
Figura 10	Fotomicrografias com os nicóis cruzados do sienogranito, amostra 2008/SOB-01 (Granito Meruoca), destacando diferentes texturas apresentadas pelo álcali feldspato pertítico: (A) álcali feldspato pertítico em forma de veios; (B) álcali feldspato em forma de tabuleiro de xadrez, e a albita intergranular formada no contato entre dois cristais de álcali feldspato; (C) desenvolvimento da textura de coroa trocada; (D) detalhe da textura de coroa trocada.	34
Figura 11	Fotomicrografia com os nicóis cruzados do sienogranito, amostra 2008/SOB-01, mostrando: (A) cristal de plagioclásio com o maclamento do tipo albita; (B) agregados de biotita e opacos inclusos no cristal de álcali feldspato pertítico; (C) o cristal de fluorita exibindo forma subédrica (luz natural); (D) cristal de fluorita intergranular aos cristais de plagioclásio, álcali feldspato pertítico e quartzo.	35

- Figura 12** Fotomicrografia com os nicóis cruzados do sienogranito, amostra 2008/FRE-04, mostrando (A) álcali feldspato pertítico em forma de tabuleiro de xadrez, exibindo contato reto com os minerais de quartzo e entre si; (B) biotita ocorrendo entre os cristais de quartzo e feldspatos; (C) alanita ocorrendo entre os cristais de feldspato e quartzo; (D) agregados máficos constituídos de biotita e minerais opacos entre os cristais de quartzo e feldspatos. **37**
- Figura 13** (A) Amostra de mão do microgranodiorito, amostra 2008/FRE-01, Dique de Coreaú. Fotomicrografias com os nicóis cruzados mostrando (B) aspecto geral do microgranodiorito, com textura microgranular; (C) agregados de cristais de biotita; (D) enclave de composição máfica; (E) enclave de composição tonalítica. **40**
- Figura 14** (A) Amostra de mão do riolito pórfito, amostra 2008/FRE-05, Dique de Coreaú. Fotomicrografias com os nicóis cruzados mostrando, (B) fenocristal de plagioclásio com inclusão de quartzo, imerso em uma matriz de granulação fina; (C) aglomerados de fenocristais de plagioclásio caracterizando a textura glomeroporfiritica; (D) fenocristal de plagioclásio com inclusões de biotita, em destaque o intercrescimento granofirico. **42**
- Figura 15** Diagramas modais Q-A-P de classificação de rochas (Streckeisen 1976) para o Granito Meruoca e os Diques de Coreaú **44**
- Figura 16** Cristais de zircão do sienogranito (2008/SOB-01) com aumento de 5x, obtidos das frações granulométricas situadas entre 180-125 μ m e 250-180 μ m. A numeração indica o conjunto de cristais de zircão depositados em um mesmo filamento de rênio tipo canoa para datação pelo método de evaporação de Pb. **48**
- Figura 17** Cristais de zircão do sienogranito (2008/FRE-04) com aumento de 10x, obtidos na fração granulométrica situada entre 180-125 μ m. A numeração indica o conjunto de cristais de zircão depositados em um mesmo filamento de rênio tipo canoa para datação pelo método de evaporação de Pb. **51**
- Figura 18** Cristais de zircão do Microgranito (FRE-01) com aumento de 5x, obtidos da fração granulométrica situada entre 180-125 μ m. A numeração indica o conjunto de cristais de zircão depositados em um mesmo filamento de rênio tipo canoa para datação pelo método de evaporação de Pb. **54**
- Figura 19** Cristais de zircão do Riolito Porfiro (2008/FRE-05) com aumento de 5x, obtidos da fração granulométrica situada entre 250-180 μ m. A numeração indica o conjunto de cristais de **57**

zircão depositados em um mesmo filamento de rênio tipo canoa para datação pelo método de evaporação de Pb.

Figura 20 Cristais de zircão do Riolito Porfiro (2008/FRE-05) com aumento de 5x, obtidos da fração granulométrica situada entre 250-180 μ m. A numeração indica o conjunto de cristais de zircão depositados em um mesmo filamento de rênio tipo canoa para datação pelo método de evaporação de Pb.

59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Ângulos de inclinação frontal lateral e amperagem da corrente elétrica, utilizados no separador magnético <i>Frantz</i> para separação dos minerais com base na susceptibilidade magnética.	19
Tabela 2	Idades radiométricas obtidas pelos métodos K-Ar e Rb-Sr para o Granito Meruoca.	28
Tabela 3	Idades radiométricas obtidas pelo método Rb-Sr para o Feixe de Diques de Coreaú.	29
Tabela 4	Composição modal das amostras estudadas. Com base em média de 2000 pontos por amostra	43
Tabela 5	Resultados analíticos obtidos pelo método de evaporação de Pb em zircão da amostra 2008/SOB-01 pertencente ao Granito Meruoca.	49
Tabela 6	Resultados analíticos obtidos pelo método de evaporação de Pb em zircão da amostra 2008/FRE-04 pertencente ao Granito Meruoca.	52
Tabela 7	Resultados analíticos obtidos pelo método de evaporação de Pb em zircão da amostra 2008/FRE-01 pertencente ao pertencente ao Dique de Coreaú.	55
Tabela 8	Resultados analíticos obtidos pelo método de evaporação de Pb em zircão da amostra 2008/FRE-05 pertencente ao pertencente ao Dique de Coreaú	58

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

EPIGRAFE

AGRADECIMENTOS

RESUMO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELA

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.2	APRESENTAÇÃO.....	14
1.3	LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	15
1.4	PROCEDIEMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
1.4.1	Pesquisa Bibliográfica.....	17
1.4.2	Metodologia de campo.....	17
1.4.3	Metodologia de laboratório.....	18
1.4.3.1	Petrografia.....	18
1.4.3.2	Datação por Evaporação do Pb em cristais de zircão.....	18
2	CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	22
2.1	GEOLOGIA DO GRANITO MERUOCA E DIQUES ASSOCIADOS	26
3	PETROGRAFIA.....	31
3.1	ASPECTOS PETROGRÁFICOS.....	31
3.1.2	GRANITO MERUOCA.....	31
3.1.2.1	Amostra 2008/SOB-01.....	33
3.1.2.2	Amostra 2008/FRE-04.....	36
3.1.3	DIQUES DE COREAÚ.....	38
3.1.3.1	Amostra 2008/FRE-01.....	38
3.1.3.2	Amostra 2008/FRE-04.....	42
3.2	COMPOSIÇÃO MODAL E CLASSIFICAÇÃO.....	43
4	GEOCRONOLOGIA.....	45
4.1	O MÉTODO DE EVAPORAÇÃO DO PB EM ZIRCÃO.....	45
4.2	GRANITO MERUOCA.....	47
4.2.1	Sienogranito (2008/SOB-01).....	47
4.2.2	Sienogranito (2008/FRE-04).....	51
4.3	DIQUES DE COREAÚ.....	54

4.3.1	Microgranodiorito (2008/FRE-01).....	54
4.3.2	Riolito Pórfiro (2008/FRE-05).....	56
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	60
7	CONCLUSÕES.....	63
8	REFERÊNCIAS.....	64

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O conhecimento sobre a evolução geológica da região noroeste do Estado do Ceará alcançou, nos últimos anos, um nível que permite interpretações mais adequadas para algumas questões de cunho geológico, que, nas décadas passadas, não eram bem entendidas. No entanto, alguns problemas ainda existem e têm sido objeto de discussões na comunidade geocientífica. Por exemplo, em termos geocronológicos, a região noroeste do Estado do Ceará ainda apresenta corpos cujas idades não estão muito bem definidas, o que enseja a realização de trabalhos de geocronologia visando avançar no conhecimento evolutivo desta região.

Este estudo se reportou fundamentalmente ao magmatismo que originou o Feixe de Diques Coreaú e o Granito Meruoca, que ocorrem no Domínio Médio Coreaú da Província Borborema. Este plúton compõe a Suíte Intrusiva Meruoca juntamente com outros três corpos graníticos da região.

Diversos autores realizaram datações radiométricas no Granito Meruoca e no Feixe de Diques de Coreaú utilizando os métodos K-Ar e Rb-Sr. As diferentes idades obtidas evidenciaram as limitações destes sistemas isotópicos nas rochas analisadas. Assim faz necessário empregar sistemas geocronológicos mais robustos com vistas a investigar a sugerida contemporaneidade entre os diques e o Granito Meruoca, bem como a relação deste plúton com os demais corpos graníticos que pertencem a Suíte Intrusiva Meruoca. Dessa forma, neste trabalho são apresentadas idades obtidas pelo método de evaporação de Pb em zircão em amostras do Granito Meruoca e de dois diques da região de Coreaú.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é determinar a idade de cristalização do Granito Meruoca e de diques associados com base no método de evaporação de chumbo em zircão, com vistas a investigar a contemporaneidade entre pluton granítico e os diques, e contribuir para o melhor entendimento da evolução geológica da região. Além disso, com a determinação da idade do Granito Meruoca pretende-se caracterizar a idade da Suíte Intrusiva Meruoca tendo em vista que o corpo que denomina esta Suíte não apresenta uma idade confiável enquanto que as idades dos demais corpos (p. ex. Mucambo, Serra da Barriga) foram definidas com boa segurança.

1.3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

Os corpos selecionados para o estudo neste trabalho afloram na região noroeste do Estado do Ceará, e estão inseridos nas folhas SA.24-Y-D-IV (Sobral) e SA.24-Y-C-IV (Frecheirinha). O Granito Meruoca ocupa uma área de aproximadamente 400 km², próximo as cidades de Sobral, Alcântara e Massapê. O Feixe de Diques de Coreaú ocorre na região entre Coreaú e Apazível, a cerca de 30 Km a leste da cidade de Sobral, próximo a cidade de Aroeiras.

As principais vias de acesso a área de estudo são BR-222, CE-362, CE-364 e CE-178 que ligam a cidade de Sobral, maior cidade da região, com as demais localidades e povoados. O principal curso d'água da região é o Rio Acaraú que atravessa longitudinalmente a área delimitada na figura 1.

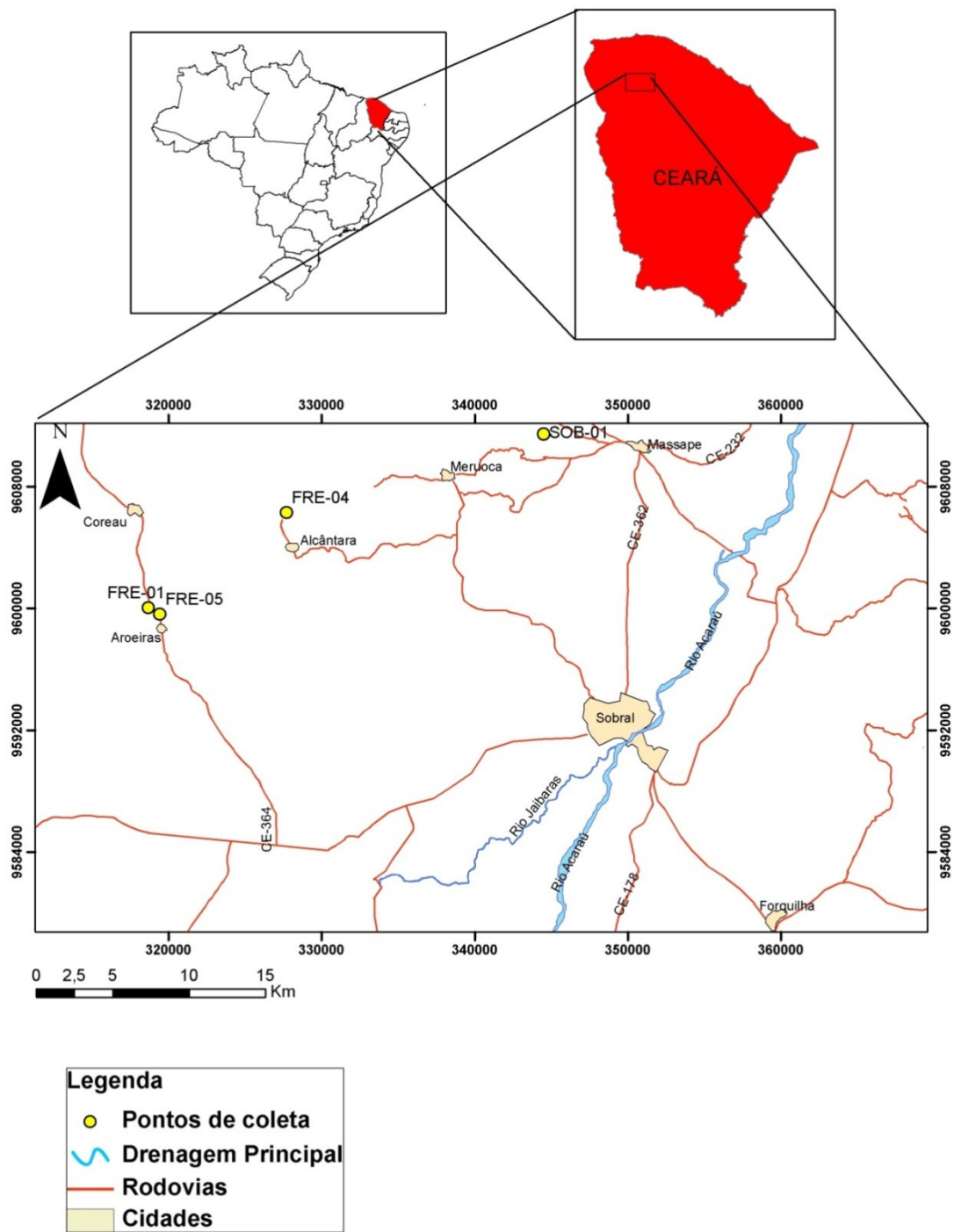


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos executados neste trabalho envolveram pesquisas bibliográficas, expedição de campo e estudos laboratoriais com análise petrográfica e geocronológica.

1.4.1 PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS

A pesquisa bibliográfica desenvolveu-se inicialmente com o levantamento de trabalhos desenvolvidos na região, como artigos científicos, dissertações e teses, além de informações referentes ao método geocronológico, a descrição e classificação petrográfica.

1.4.2 METODOLOGIA DE CAMPO

A viagem de campo para coleta das amostras para datação do Granito Meruoca e dos Diques de Coreau foi realizada dentro do Projeto de Mapeamento Geológico das folhas Sobral, Frecheirinha e Ipú, convênio do CPRM com a Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, realizada em Setembro de 2008. Foram coletadas quatro amostras para a análise por evaporação de Pb em zircão, sendo as amostras 2008/SOB-01 e 2008/FRE-04 do Granito Meruoca, e as amostras 2008/FRE – 001 e 2008/ FRE – 05 do Feixe de Diques de Coreau.

A coleta do Granito Meruoca foi realizada na porção nordeste do corpo, nas coordenadas UTM 344484/9611458 (2008/SOB-01), e na porção noroeste do corpo na Pedreira Ventura (2008/FRE-04) nas coordenadas UTM: 327696/9606278. As amostras do dique foram coletadas na estrada de acesso a Coreau nas coordenadas UTM 318684/9600034 (2008/FRE-01) e 319424/9599608 (2008/FRE-05).

Foram coletadas em média de 5 a 8kg de cada amostra, estas foram fragmentadas no próprio afloramento para evitar contaminação. No caso dos diques a amostragem foi realizada longe das bordas onde a granulação é mais fina.

1.4.3 METODOLOGIA DE LABORATÓRIO

1.4.3.1 Petrografia

Na Oficina de Laminação do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (IG/UFPA) foram confeccionadas três lâminas de seção delgada para estudos petrográficos, que incluem a descrição da mineralogia e aspectos texturais visando à classificação das rochas.

As descrições petrográficas foram realizadas no laboratório de petrografia do IG/UFPA. As rochas foram classificadas segundo os critérios de Streckeisen (1976). Foram realizadas ainda análises modais em cada amostra, utilizando-se para isto um contador eletrônico de pontos da marca *Swift*, tendo sido contatos em média 2000 pontos para cada lâmina delgada.

1.4.3.2 Datação por evaporação do Pb em cristais de zircão

A datação de monocristais de zircão envolve o tratamento das amostras visando a separação deste mineral, que ocorre em quantidades traço nas rochas. Para isso foi realizado o procedimento padrão para o tratamento de amostras do Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) do IG/UFPA (Fig. 2).

Inicialmente as amostras foram trituradas no britador de mandíbulas para a redução do tamanho de seus fragmentos e, em seguida, pulverizadas no moinho de rolo da Oficina de Preparação de Amostras (OPA) do IG/UFPA. Posteriormente, as amostras foram deslamadas para eliminar a fração inferior a 0,063mm e levadas à estufa até a secagem completa.

No Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) do IG/UFPA as amostras foram separadas em diferentes frações granulométricas utilizando peneiras entre 355 μm e 75 μm . Para este estudo utilizou-se as frações situadas nos intervalos 250 μm a 180 μm , 180 μm a 125 μm e 125 μm a 075 μm . As frações selecionadas foram passadas no separador magnético Frantz várias vezes, com a finalidade de separar os minerais com base em suas susceptibilidades magnéticas, seguindo os ajustes mostrados na tabela 01.

Tabela 01- Ângulos de inclinação frontal lateral e amperagem da corrente elétrica, utilizados no separador magnético *Frantz* para separação dos minerais com base na susceptibilidade magnética.

CORRENTE (A)	INCLINAÇÃO LONGITUDINAL	INCLINAÇÃO LATERAL
0,5	25 ^o	20 ^o
1,0	25 ^o	20 ^o
1,5	25 ^o	20 ^o
1,5	25 ^o	15 ^o
1,5	25 ^o	10 ^o

Após a última passagem no *Frantz* a amostra foi separada com líquido pesado (bromofórmio) para a concentração de minerais pesados (mais densos que o líquido). A partir desse concentrado, foi realizada a triagem e separação manual dos cristais de zircão com auxílio de uma lupa binocular.

Os cristais selecionados foram fotografados em seguida. Normalmente os cristais adequados para a datação não devem ter evidências de metamictização que ocorre devido aos efeitos do decaimento radioativo do urânio sobre a estrutura do cristal, provocando a perda de chumbo.

A idade de cristalização das amostras selecionadas foi determinada com base no método de evaporação de chumbo em monocristais de zircão (Pb-Pb em zircão) utilizado em rotina no Para-Iso. Foi utilizado o espectrômetro de massa FINNIGAN MAT262 para a obtenção das composições isotópicas do chumbo.

Esta técnica posiciona frente a frente dois filamentos de rênio, sendo um filamento de evaporação, onde o zircão é aprisionado, e um filamento de ionização onde chumbo evaporado do zircão é depositado para ser analisado.

Geralmente, são realizadas até três etapas de evaporação ou aquecimento, nas temperaturas de 1450°, 1500° e 1550° com duração de 5 minutos de evaporação em cada etapa, dependendo da quantidade de chumbo que o zircão contém. Esgotado o tempo de evaporação, o filamento de evaporação é desligado e o filamento de ionização é aquecido a uma temperatura em torno de 1050° C e o chumbo ali depositado é então ionizado.

Em cada procedimento de ionização são obtidos, em geral, 5 blocos de dados (análise em modo monoleitor). A partir das médias das razões $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ dos blocos define-se uma idade para cada etapa de evaporação. Esses dados são tratados estatisticamente e filtrados segundo critérios estabelecidos no Pará-Iso (COSTA et al. 2000). Em seguida, os dados analíticos são processados em programas adequados chamado de zircão04 (programa elaborado no Pará-Iso) e ISOPLOT (LUDWIG 2001), os quais permitem o cálculo da idade e a sua representação gráfica.

As idades calculadas são representadas em um diagrama Idade (Ma) vs. etapa de aquecimento. Quando as idades de diferentes etapas são similares, a idade do grão é calculada a partir da média dessas idades. Caso contrário, apenas a idade obtida na etapa de mais alta temperatura é considerada para definir a idade do grão, eliminando-se dessa forma as etapas de mais baixa temperatura. Os resultados são apresentados com desvios de 2σ e as correções de Pb comum (Pb não radiogênico) foram feitas mediante o uso do modelo de evolução de Pb de Stacey e Kramers (1975).

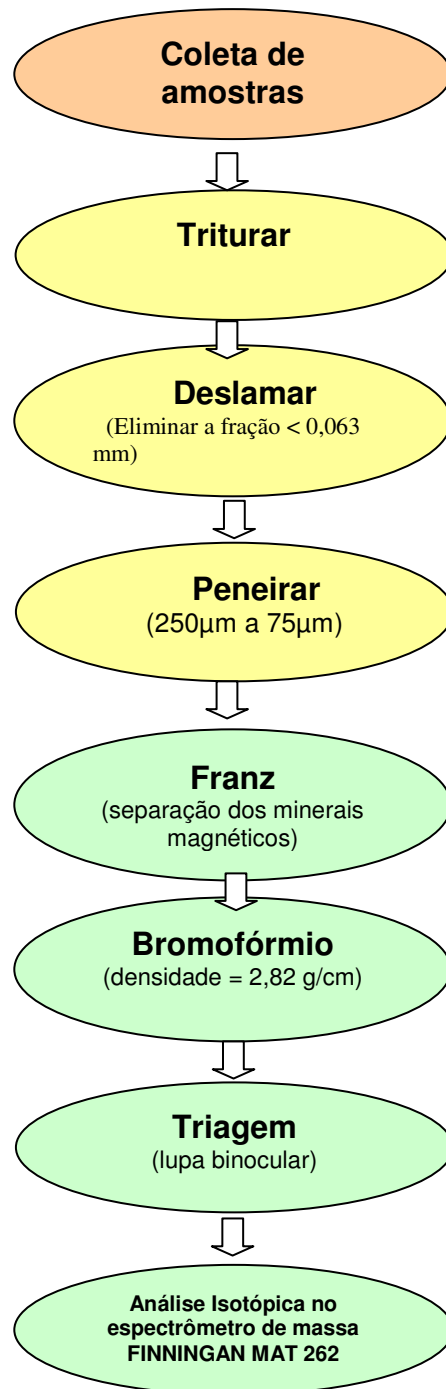


Figura 2: Fluxograma apresentando as etapas envolvidas na preparação de amostras para análise geocronológica.

2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A Província Borborema (ALMEIDA et al. 1977) no nordeste do Brasil tem sido interpretada na literatura como sendo a parte central de uma larga faixa orogênica, formada em consequência da convergência e colisão dos crátons São Luís-Oeste Africano e São Francisco-Congo-Kasai.

Nessa província, o Ciclo Brasileiro é marcado por intensa granitogênese e pelo desenvolvimento de extensas zonas de cisalhamento (VAUCHEZ et al 1995) e sequências supracrustais metamorizadas, predominantemente na fácies anfíbolito, chegando até granulito e, localmente, na fácies xisto-verde e até eclogito (SANTOS 1999). Os granitóides Brasileiros apresentam características petrográficas e químicas diversas, tendo sido agrupados nas suítes cálcio-alcalina de alto-K, cálcio-alcalina, trondjemítica, peralcalina (SIAL 1984a) e transicional shoshonítica-alcalina (GUIMARÃES et. al. 1998).

A área de estudo está situada na porção noroeste da Província Borborema, mais precisamente, no Domínio Médio Coreaú, que é separado do Domínio Ceará Central pelo Lineamento Transbrasileiro (Fig. 3).

Os corpos de estudo estão inseridos, portanto, no contexto geológico do Domínio Médio Coreaú (Fig 4), que compreende um cinturão colisional Brasileiro/Panafricano formado durante a aglutinação do Gondwana Ocidental (SANTOS et al 2008).

O quadro litológico deste domínio é composto por ortognaisses TTG, granulitos ortoderivados e paraderivados e migmatitos (BIZZI et al. 2003) formados no início do Paleoproterozóico, reunidos no Complexo Granja (NASCIMENTO et. al. 1981), e recoberto no final do Paleoproterozóico por sequências vulcano sedimentares que compõem a unidade Saquinho. (SANTOS et al 2008).

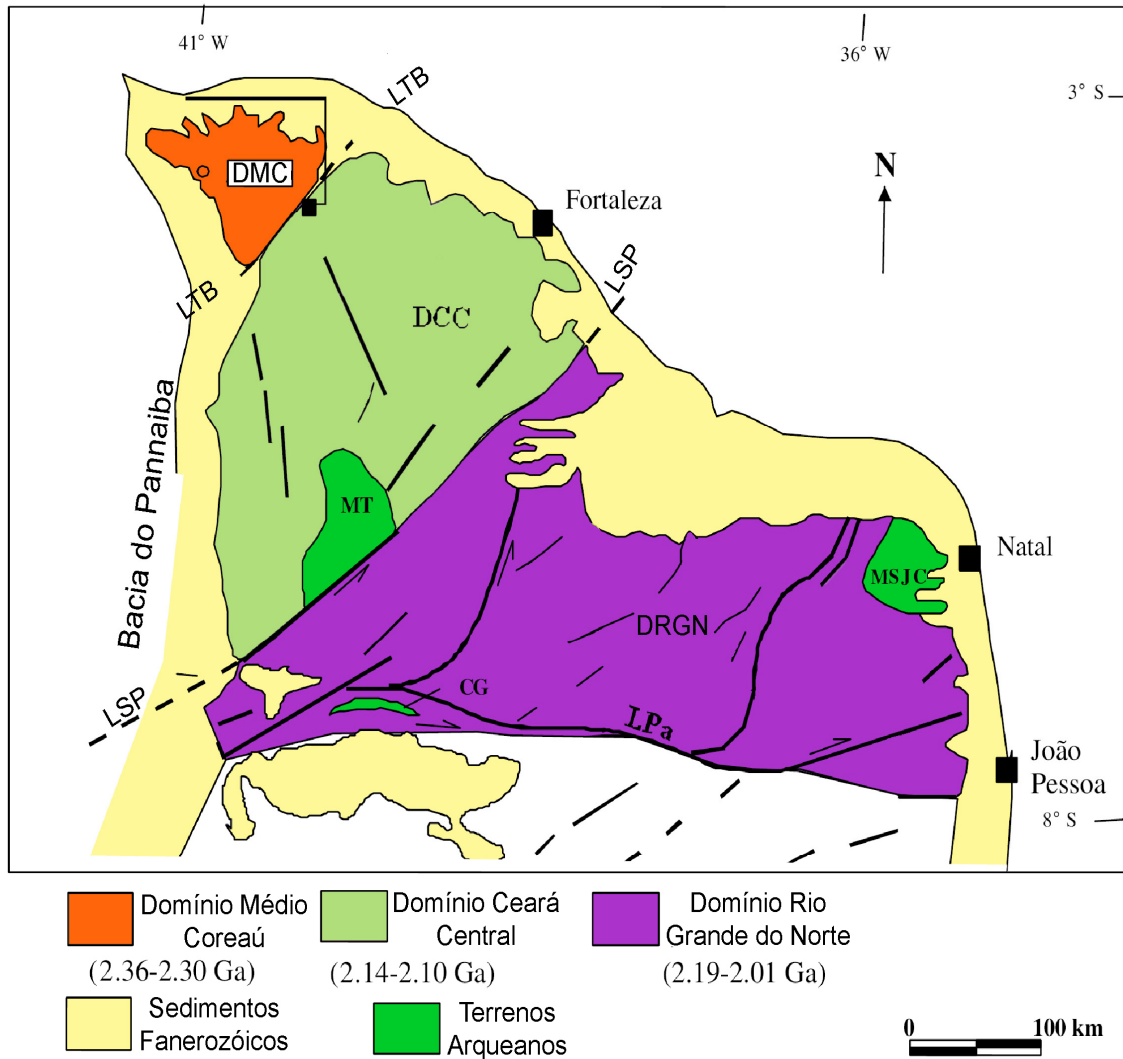


Figura 3: Mapa geológico da porção noroeste da Província Borborema, mostrando os domínios estruturais: DMC – domínio Médio Coreaú; DCC – domínio Ceará Central; DRGN – domínio Rio Grande do Norte separados pelos lineamentos. LTB - lineamento Transbrasiliiano; LSP - Lineamento Senador Pompeu. MT – Maciço Troia; MSJC – Maciço São José Campestre; CG – Complexo Granjeiro; LPa – Lineamento Patos.

Fonte: Segundo Santos 2008.

No Neoproterozóico ocorreu à deposição das sucessões sedimentares dos grupos Martinópolis (NEVES 1975) e Ubajara (NASCIMENTO & GAVA 1979 *in* NASCIMENTO 2000). Posteriormente foram depositados os sedimentos que deram origem as rochas do Grupo Jaibaras (COSTA et al 1979). Uma importante atividade vulcânica basáltica ocorreu ainda no Neoproterozóico, e constitui a Suíte Parapuí (COSTA et al 1979, op. cit), inserida no Gráben Jaibaras.

Esta suíte magmática instalou-se sob um regime vulcânico intenso durante a tectônica extensional que originou a Gráben Jaibaras em seu estado de rífte entre o final do Neoproterozóico e o início do Paleozóico (NASCIMENTO & GORAYEB 2004).

No Brasileiro ocorreram as intrusões de diversos plútons neste Domínio, entre eles os granitos Meruoca objeto de estudo deste trabalho e o Mucambo. Estes granitos são truncados a leste com o sistema de falhas Café-Ipueiras, e fazem parte da Suíte intrusiva Meruoca que segundo GORAYEB & SOARES (1995), abrange ainda outros corpos graníticos como Pajé e Serra do Barriga.

O corpo intrusivo Meruoca forma um batólito quadrado que compreende uma área de cerca 400 km². Segundo SANTOS (2008) o Granito Meruoca é constituído por rochas de natureza alcalina a peralcalinas de granulação grossa a fina, classificados como álcali-feldspato granitos e granitos quartzo-sieníticos.

O Granito Mucambo é composto por granodioritos, quartzo monzonitos, quartzo sienitos e hornblenda-biotita granitos (SANTOS 2008). Está localizado dentro do Gráben Jaibaras e ocupa uma área de aproximadamente 200 km² no segmento SW desta estrutura. Fetter et al (2003) obtiveram em cristais de zircão do Granito Mucambo a idade de 532 ± 6 Ma, pelo método U-Pb em zircão.

O Granito Serra da Barriga é um *stock* localizado a oeste da cidade de Sobral (CE). Este corpo intrusivo está encaixado em gnaisses migmatizados e quartzitos do Complexo Ceará (FARINA 1977). Este granito apresentou idade U-Pb em monazita de $522 \pm 7,6$ Ma (MATTOS et al. 2007).

O Granito do Pajé localiza-se aproximadamente 18 km ao norte da cidade de Santa Quitéria, compreende um batólito intrusivo numa sequência de alto grau (GORAYEB & ABREU 1991). Este foi datado em 524 ± 12 Ma (LAFON et al. 1992) pelo método Pb-Pb em zircão.

No final do evento Brasileiro foi depositada a Formação Aprazível (COSTA et al 1979), constituída por conglomerados polimíticos, cujos seixos apresentam grande

variedade de tipos litológicos, evidenciando a proveniência de diversas seqüências lito-estratigráficas da região (gnaisse, quartzitos, granitos, xistos, etc.).

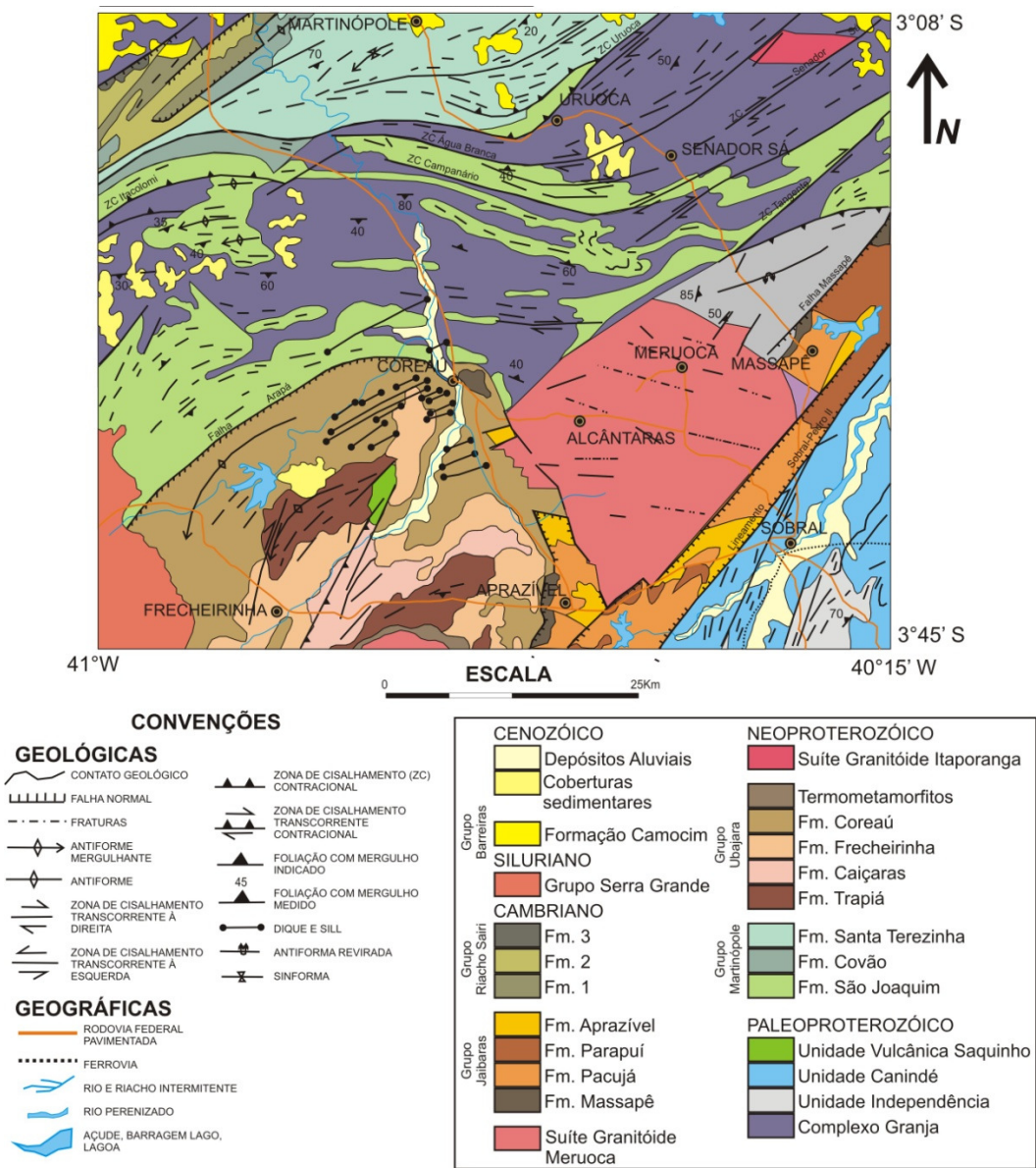


Figura 4: Mapa geológico simplificado da porção NW da Província Borborema com destaque para o Domínio Médio Coreau.

Fonte : Segundo Cavalcante *et al.* 2003

2.1 GEOLOGIA DO GRANITO MERUOCA E DIQUES ASSOCIADOS

O batólito Meruoca é um corpo intrusivo, alojado em níveis rasos da crosta, em ambiente intraplaca, estando relacionado à tectônica extensional de implantação do Gráben Ubajara-Jaibaras (GORAYEB et al.1993, ABREU et al. 1993). (Fig.5).

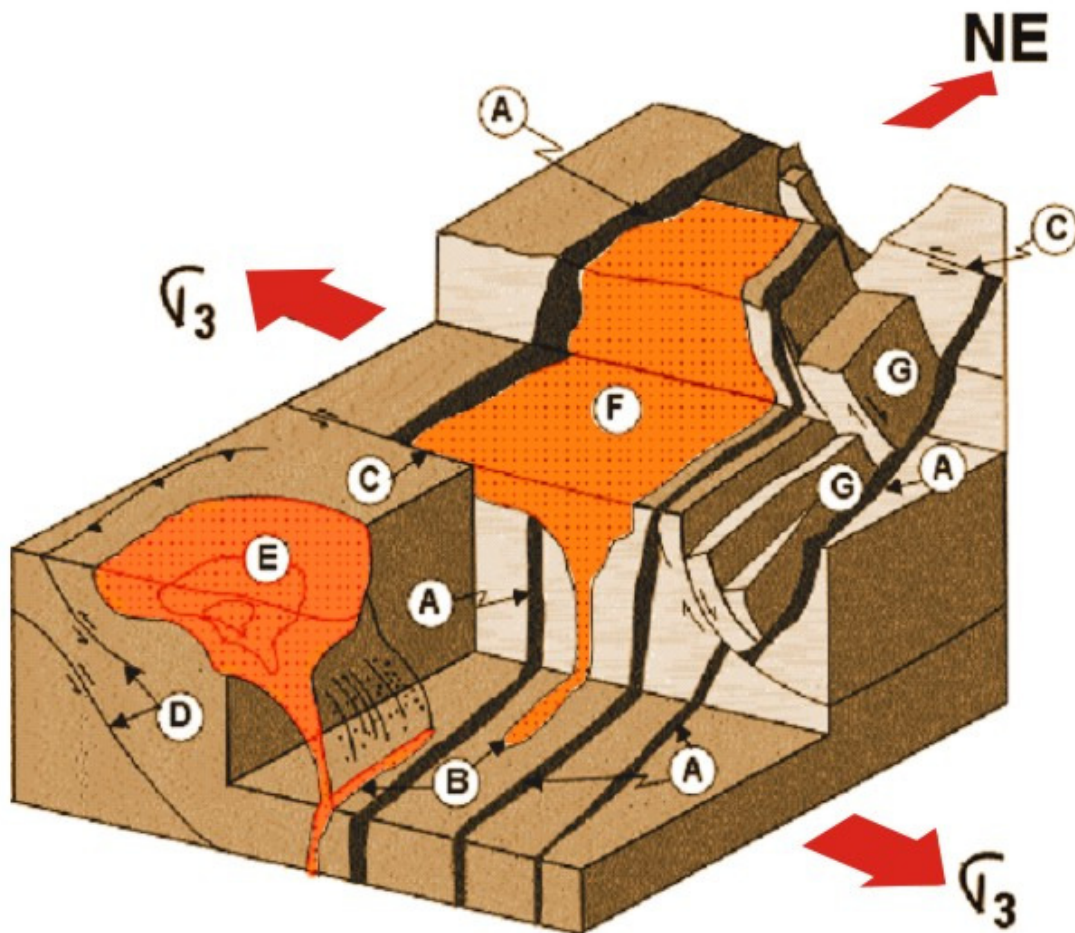


Figura 5. Bloco diagrama mostrando o alojamento dos plutons Meruoca e Mucambo, o Gráben de Jaibaras e as anisotropias crustais. Legenda: (A) grandes descontinuidades crustais (zonas de cisalhamento e/ou falhas); (B) condutos dos plutons; (C) zonas de movimentos direcionais subordinadas; (D) Falhas reversas; (E) Pluton de Mucambo; (F) Pluton de Meruoca; (G) Gráben de Jaibaras. Fonte: Segundo Oliveira 2001.

A porção norte do Granito Meruoca corresponde a Serra da Meruoca, enquanto que sua porção sul é conhecida como Serra do Rosário, e estão separadas por uma zona de falha de direção SW-NE que representa a estrutura Café-Ipueiras (SIAL, 1989).

Segundo Sial (1989) o batólito de Meruoca apresenta uma fácies granítica avermelhada (brick) e uma fácies cinzenta a faialita. A composição é majoritariamente granítica, com porções de alcali-feldspato granito e de quartzo sienitos subordinadas.

Gorayeb et al. (1988) indicaram que o Granito Meruoca não somente desenvolveu metamorfismo de contato com as rochas do embasamento, mas também com os sedimentos do Gráben Jaibaras.

Sial et al (1980) mostraram que os padrões de fracionamento dos elementos terras raras (REE) dos granitos Meruoca e Mucambo, exibem uma suave e proeminente anomalia tendendo ao enriquecimento de REE leves e anomalia negativa do Eu (Fig. 6). As concentrações de REE em rocha total são muito elevadas nesses granitos, o enriquecimento dos terras raras leves é 1500 vezes maior que em condritos. O magma que originou os granitos Meruoca e Mucambo foi formado por fusão parcial da crosta continental heterogênea (SIAL et al 1980).

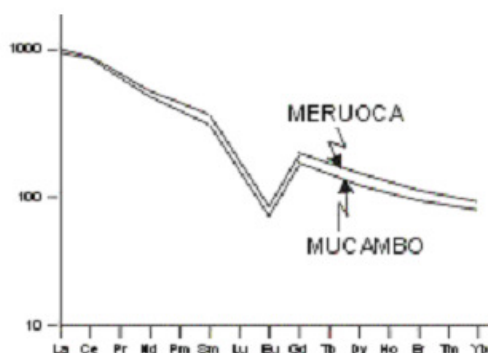


Figura 6. Padrão de distribuição dos elementos terras raras nos plutons de Mucambo e Meruoca. Fonte: Segundo Sial et al. (1981); Sial (1989).

Em relação à geocronologia, diferentes autores, trabalhando em diferentes épocas, efetuaram determinações radiométricas no Granito Meruoca pelos métodos K/Ar e Rb/Sr. Seis isócronas Rb/Sr apontam para uma idade variando entre 485-540 Ma, sendo parcialmente confirmada pelas idades K/Ar (Tab 2) (OLIVEIRA 2001).

Sial et al. (1981) observaram inconsistências no sistema Rb-Sr, para a datação do Meruoca e colocaram as pendências nas retas isocrônicas obtidas, deixando clara a necessidade de novas técnicas analíticas.

Tabela 2 – Idades radiométricas obtidas pelos métodos K-Ar e Rb-Sr para o Granito Meruoca. (apud, OLIVEIRA, 2001).

Método	Idade (Ma)	Referência
K/Ar (k-feldspato)	446± 1 5	Almeida et al. (1968)
K/Ar (biotita)	4 4 6 ± 1 5	Almeida et al. (1968)
Rb/Sr (isócrona)	5 2 0 ± 6	Brito Neves et al. (1978)
Rb/Sr (isócrona)	5 4 0 ± 7	Novais et al. (1979)
Rb/Sr (isócrona)	5 0 8± 13	B. Brito Neves (1975)
Rb/Sr (isócrona)	5 0 7 ± 36	Sial et al. (1981)
Rb/Sr (isócrona)	4 8 5 ± 1 4	Sial and Long (1987)
Rb/Sr (isócrona)	4 9 1 ± 1 9	Sial (1989)

Santos & Brito Neves (1984) descrevem a presença de diques de riolito, quartzo diorito e granófiros associados ao Granito Meruoca. Esses diques ocorrem na região entre Coreaú e Aprazível, a cerca de 30 Km a leste da Cidade de Sobral, e ocorrem como um feixe de diques subparalelos de extensão quilométrica, orientados aproximadamente na direção E-W.

Os diques são descontínuos medindo, em média, 10 km de comprimento e 50 m de largura (OLIVEIRA 2001). De maneira isolada, os corpos mais ácidos exibem xenólitos de rochas de composição básica (MABESOONE et al., 1971; ALMEIDA et al., 1988, apud OLIVEIRA 2001) sugerindo uma fonte mantélica para esses corpos.

Esses feixes de diques prolongam-se do vértice mais a oeste do Granito Meruoca, onde alguns chegam a interliga-se com ele seccionando as rochas metassedimentares dos grupos Ubajara e Jaibaras. São representados por riolitos, riodacitos, microgranitos, microgranodioritos e granófiros.

Quatro isócronas Rb/Sr foram obtidas por diversos autores em épocas variadas (Tab 3), para o Enxame de Diques Coreaú.

Tabela 3 – Idades radiométricas obtidas pelo método Rb-Sr para o Feixe de Diques de Coreaú. (apud, OLIVEIRA 2001).

Método	Idade (Ma)	Referência
Rb/Sr (isócrona)	6 0 5 ± 3 1	BRITO NEVES <i>et al.</i> (1978)
Rb/Sr (isócrona)	5 8 0 ± 3 0	NOVAIS <i>et al.</i> (1979)
Rb/Sr (isócrona)	5 6 2 ± 1 9	SIAL and LONG (1987), SIAL (1989)
Rb/Sr (isócrona)	562 ± 1 0	TAVARES JR. <i>et al.</i> (1990)

Tavares Júnior *et al* (1990) sugeriram uma relação cogenética do feixe de diques de Coreaú com o Granito Meruoca baseado em dados geocronológicos que revelam idades de 562 ± 10 Ma pelo método Rb-Sr para os diques, além de dados de campo e estudos petrográficos. O autor revela que a ausência de feições que indiquem efeitos tectono-termais nos diques, permite interpretar a idade obtida pelo mesmo, como sendo a idade de cristalização, e sugere conseqüentemente que essa idade seja de cristalização do Granito Meruoca.

No entanto, segundo Oliveira (2001) esses diques representam o estágio inicial da tectônica de rifteamento para a implantação do Gráben Jaibaras. De acordo com este autor, os diques representariam a primeira atividade ígnea, talvez o pulso inicial de abertura do gráben.

Fetter (1999) encontrou uma série de dificuldades (qualidade, formas e imperfeições nos zircões) para determinar a idade do Granito Meruoca pelo método U-Pb.

Recentemente a idade de 523 ± 9 Ma foi obtida pelo método U-Pb em zircão para o Granito Meruoca por Archanjo *et al.* (2009) e foi interpretada como sendo a idade cristalização magmática deste granito.

Com isso a relação entre o Granito Meruoca e o Granito Mucambo, bem como os demais granitos da Suíte Intrusiva Meruoca está bem definida, uma vez que já existem datações por um método mais seguro, que os coloca em um mesmo evento de granitogênese.

No entanto a relação cogenética entre os diques de Coreaú e o Granito Meruoca, não está bem definida na literatura. Com isso determinar a idade de cristalização do Feixe de Diques de Coreaú é de fundamental importância para estabelecer ou não a contemporaneidade destes diques com o Granito Meruoca.

3 PETROGRAFIA

Os estudos petrográficos foram realizados em quatro lâminas delgadas provenientes de amostragens efetuadas em campanha de campo. A análise petrográfica envolveu fundamentalmente a identificação da mineralogia, dos aspectos texturais, e classificação das rochas, apoiadas nos princípios de Streckeisen (1975), Zussman (1992).

Foram descritas duas amostras do Granito Meruoca (2008/SOB-01 e 2008/FRE-04) e duas amostras dos Diques de Coreaú (2008/FRE-01 e 2008/FRE-05).

3.1 ASPECTOS PETROGRÁFICOS

3.1.1 GRANITO MERUOCA

O Granito Meruoca em sua porção norte forma a Serra da Meruoca (Fig 7) um maciço residual que se destaca na Superfície Sertaneja. A amostragem do granito foi realizada nas pedreiras Baracho e Ventura (Figs 8 a, b).



Figura 7: Visão Geral destacando a Serra da Meruoca.



Figura 8: Visão de afloramentos do Granito Meruoca, onde foram realizadas a amostragem, (A) Pedreira Baracho (2008/SOB-01) e (B) Pedreira Ventura (2008/FRE-04).

3.1.1.2 Amostra 2008/SOB-01

Rocha de cor vermelha, isotrópica, com granulação grossa e textura granular hipidiomórfica. Observou-se no campo a presença de sulfetos (Fig. 9a) e de enclaves máficos centimétricos (Fig. 9b). A rocha é composta essencialmente por álcali feldspato pertítico, quartzo e plagioclásio, sendo a biotita a principal fase máfica, enquanto que zircão, fluorita, alanita e minerais opacos representam as fases minerais acessórias.

O álcali feldspato pertítico exhibe cristais subédricos. Apresenta contato retilíneo com os minerais essenciais entre si, localmente exhibe contato irregular. Este mineral mostra texturas de exsolução modificadas (SMITH & BROWN, 1988) representadas por pertitas em veios (Fig. 10a), albita intergranular e em tabuleiro de xadrez (*albita chess board*) (Fig. 10b), e textura de substituição, com o desenvolvimento de albitas em coroa trocada (figs. 10 c, f). Essas feições texturais observadas no feldspato alcalino podem indicar transformações pós-magmáticas e são interpretadas como produto da substituição do feldspato alcalino (SMITH & BROWN, 1988 op. cit). O feldspato mostra-se ainda parcialmente transformado para argilominerais.

O quartzo forma cristais anédricos e localmente subédricos, apresentam extinção ondulante de moderada a forte. Os cristais mostram contatos retos e localmente irregulares entre si e com as demais fases minerais.

O plagioclásio é do tipo albita, exhibe cristais subédricos. Mostram contatos retos e localmente irregulares entre si e com as demais fases minerais. Apresentam maclamento do tipo albita (Fig. 11a), e estão fortemente alterados para argilo minerais, sericita e localmente para epidoto.

A biotita forma aglomerados de cristais inclusos no álcali feldspato pertítico (Fig. 11b), ou cristas individuais intergranular aos cristais de quartzo e feldspato. Apresenta pleocroísmo variando de castanho amarelado a marrom esverdeado. Mostra-se parcialmente substituída para clorita, principalmente nas bordas e nas clivagens.

Com relação aos minerais acessórios, a fluorita forma cristais subédricos (Fig. 11 c), ocorre associada à biotita e localmente intergranular aos cristais de quartzo e feldspatos (fig. 11d). A alanita ocorre como cristais subédricos e localmente anédricos, com pleocroísmo variando de castanho amarelado para castanho avermelhado. O zircão forma cristais subédricos e localmente euédricos, ocorre como inclusão nos demais minerais da rocha, mais comumente na biotita. Os minerais opacos formam cristais anédricos e ocorrem como aglomerados associados à biotita.

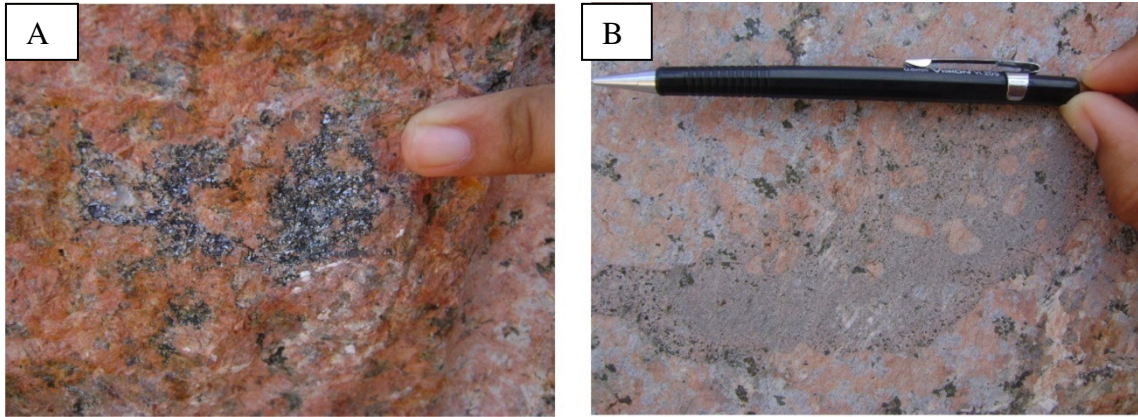


Figura 9: Fotografias em afloramento do Granito Meruoca na Pedreira Ventura destacando. (A) a presença de sulfetos; (B) a presença de enclaves máficos.

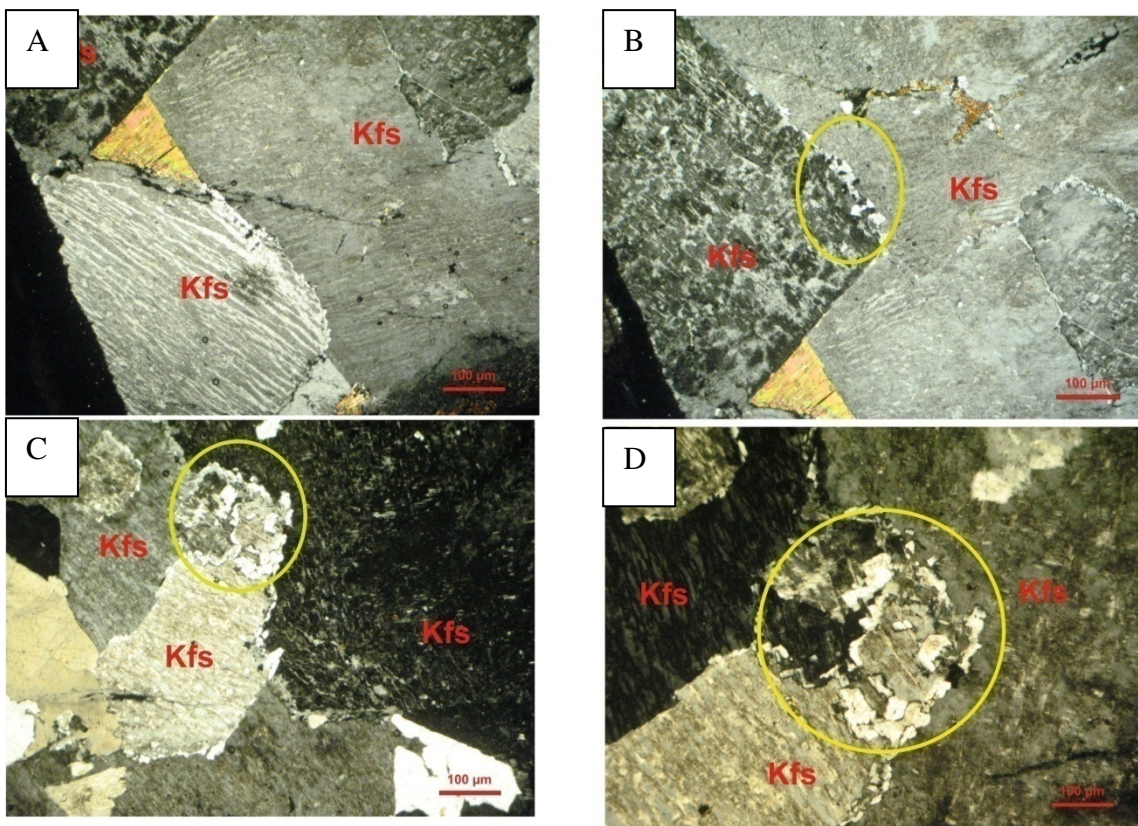


Figura 10: Fotomicrografias com os nicóis cruzados do sienogranito, amostra 2008/SOB-01 (Granito Meruoca), destacando diferentes texturas apresentadas pelo álcali feldspato perítico: (A) álcali feldspato perítico em forma de veios; (B) álcali feldspato em forma de tabuleiro de xadrez, e a albita intergranular formada no contato entre dois cristais de álcali feldspato; (C) desenvolvimento da textura de coroa trocada; (D) detalhe da textura de coroa trocada. Kfs – álcali feldspato perítico.

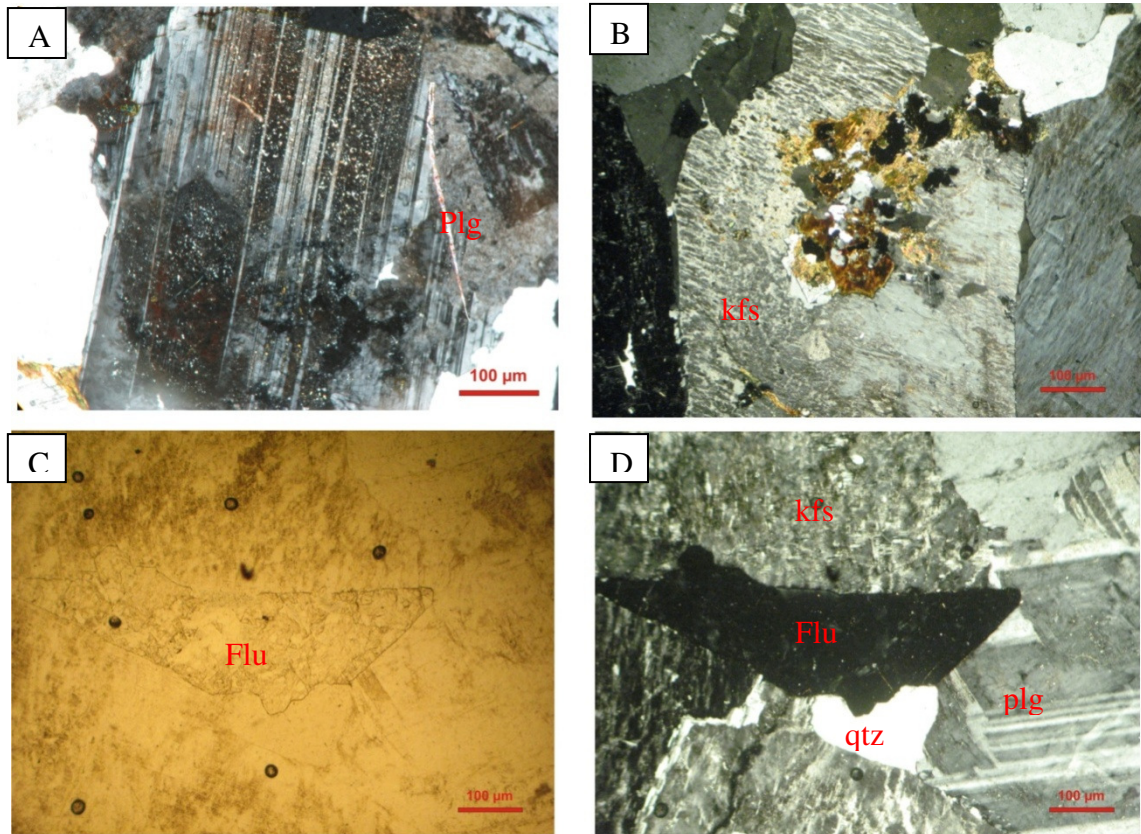


Figura 11: Fotomicrografia com os nicóis cruzados do sienogranito, amostra 2008/SOB-01, mostrando: (A) cristal de plagioclásio com o maclamento do tipo albita; (B) agregados de biotita e opacos inclusos no cristal de álcali feldspato pertítico; (C) o cristal de fluorita exibindo forma subédrica (luz natural); (D) cristal de fluorita intergranular aos cristais de plagioclásio, álcali feldspato pertítico e quartzo. Flu – fluorita; Kfs – álcali feldspato; Qtz – quartzo; Pgl – plagioclásio.

3.1.1.3 Amostra 2008/FRE-04

Rocha de cor cinza clara, isotrópica, granulação média a grossa, textura granular hipidiomórfica, compostas essencialmente por feldspato alcalino pertítico, quartzo e plagioclásio. A biotita é a principal fase máfica, enquanto que zircão, fluorita, alanita e minerais opacos representam as fases minerais acessórias.

O feldspato alcalino é pertítico e exhibe cristais subédricos. Apresenta contato retilíneo com os minerais essenciais entre si, e localmente exhibe contato irregular. Este mineral mostra texturas de exsolução modificadas (SMITH & BROWN 1988) representadas por pertitas em veios, albita intergranular, em tabuleiro de xadrez (*albita chess board*) (Fig 12a), com o desenvolvimento de albitas em coroa trocada. Essas feições texturais observadas no feldspato alcalino, assim como na mostra descrita anteriormente, podem indicar transformações pós-magmáticas e são interpretadas como sendo produto da substituição do feldspato alcalino (SMITH & BROWN op. cit). Mostra-se ainda parcialmente transformado para argilominerais.

O quartzo forma cristais anédricos e localmente subédricos, que apresentam extinção ondulante de moderada a forte. Os cristais mostram contatos retos e localmente irregulares entre si e com as demais fases minerais.

O plagioclásio é do tipo albita e exhibe cristais subédricos que mostram contatos retos e localmente irregulares entre si e com as demais fases minerais. Os cristais apresentam maclamento do tipo albita, e estão fortemente alterados para argilominerais, sericita e localmente para epidoto, não sendo possível determinar a sua composição.

A biotita forma cristais subédricos, com pleocroísmo variando de castanho amarelado a marrom esverdeado. Os cristais de biotita ocorrem de forma intergranular aos cristais de quartzo e feldspato (Fig. 12b). Apresenta-se parcialmente substituída para clorita, principalmente nas bordas e nas clivagens.

A fluorita forma cristais subédricos e ocorre associada à biotita e, localmente, intergranular aos cristais de quartzo e feldspatos. A alanita ocorre como cristais subédricos intergranular aos cristais de quartzo e feldspatos (Fig. 12c), com pleocroísmo variando de castanho amarelado para castanho avermelhado. O zircão forma cristais subédricos e localmente euédricos, ocorre como inclusão nos demais minerais da rocha, mais comumente na biotita. Os minerais opacos formam cristais anédricos a subédricos, de granulação fina a média, ocorrem como aglomerados associados à biotita.

Nessa amostra é possível observar ainda a ocorrência de agregados máficos de biotita e minerais opacos entre os cristais de quartzo e feldspatos. (Fig 12 d)

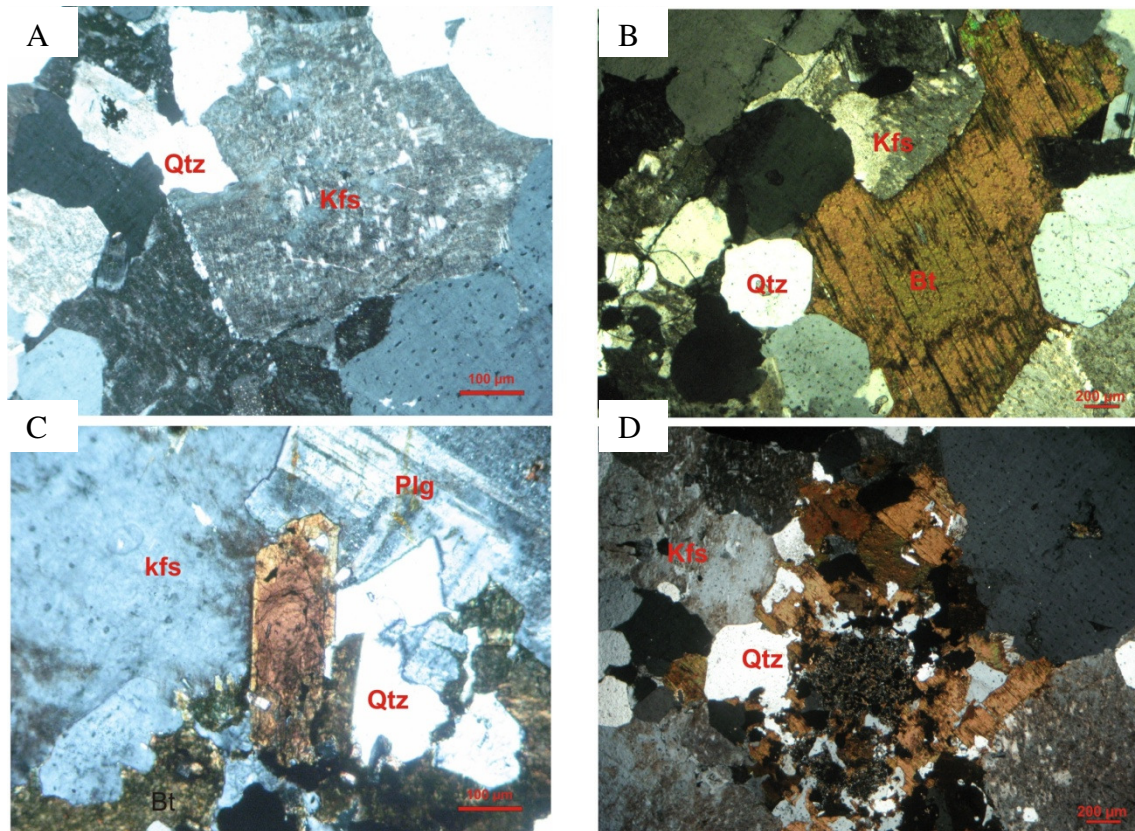


Figura 12: Fotomicrografia com os nicóis cruzados do sienogranito, amostra 2008/FRE-04, mostrando (A) álcali feldspato perítico em forma de tabuleiro de xadrez, exibindo contato reto com os minerais de quartzo e entre si; (B) biotita ocorrendo entre os cristais de quartzo e feldspatos; (C) alanita ocorrendo intergranular entre os cristais de feldspato e quartzo; (D) agregados máficos constituídos de biotita e minerais opacos entre os cristais de quartzo e feldspatos. Bt – biotita; Kfs – álcali feldspato; Qtz – quartzo; Plg – plagioclásio.

3.1.3 DIQUES DE COREAÚ

Os de Diques de Coreaú ocorrem como um feixe de diques subparalelos, de extensão quilométrica, orientados aproximadamente E-W. Afloram próximo a cidade de Coreaú, cerca de 30 km a leste de Sobral. A amostragem dos diques foi realizada na estrada de acesso a Coreaú, nas proximidades de Aroeiras.

4.1.3.1 Amostra 2008/FRE-01

Trata-se de uma rocha de cor cinza, isotrópica (Fig. 13a), com granulação variando de fina a média, textura microgranular (Fig. 13b), localmente ocorre à textura granular hipidiomórfica. A rocha é composta essencialmente por plagioclásio, quartzo e álcali feldspato pertítico, sendo a biotita e a hornblenda as principais fases minerais máficas, enquanto que zircão, apatita e opacos representam as fases minerais acessórias.

O plagioclásio exhibe cristais anédricos, localmente subédricos de granulação fina a média. Os cristais de plagioclásio mostram contatos retos e raramente irregulares entre si e com as demais fases minerais. Exibem maclaamento do tipo albita, e estão fortemente alterados para carbonato, argilominerais e sericita, não sendo possível determinar a sua composição.

O quartzo forma cristais anédricos, com granulação fina a média. Os cristais possuem extinção ondulante de moderada a forte e mostram contornos retilíneos e curvilíneos entre si.

O feldspato alcalino é pertítico e exhibe cristais anédricos e, em menor proporção subédricos, com granulação fina a média. Apresenta contato relitineo com os minerais essenciais e entre si, e localmente exhibe contato irregular. Mostra-se parcialmente transformado para argilominerais, carbonato e sericita.

A biotita forma cristais agregados (fig. 13 c) ou individuais, de granulação fina, a localmente grossa, com pleocroísmo variando de castanho amarelado a marrom avermelhado. Ocorre intergranular aos cristais de quartzo e feldspatos. Apresenta-se parcialmente substituída para clorita.

A hornblenda forma cristais subédricos, de granulação fina a média, com pleocroísmo variando de castanho esverdeado a marrom esverdeado. Apresenta-se

fortemente alterada para clorita. Os minerais acessórios como a apatita, o zircão e os minerais opacos, ocorrem associados aos cristais de biotita e hornblenda.

É possível observar ainda nesta rocha, a presença de enclaves máficos (Fig. 13d) de granulação fina, composto por plagiocásio, quartzo, biotita, anfibólio e minerais opacos; e enclaves de composição tonalítica (fig 13 e), de granulação grossa, composto por plagiocásio, quartzo, biotita, anfibólio e minerais opacos.

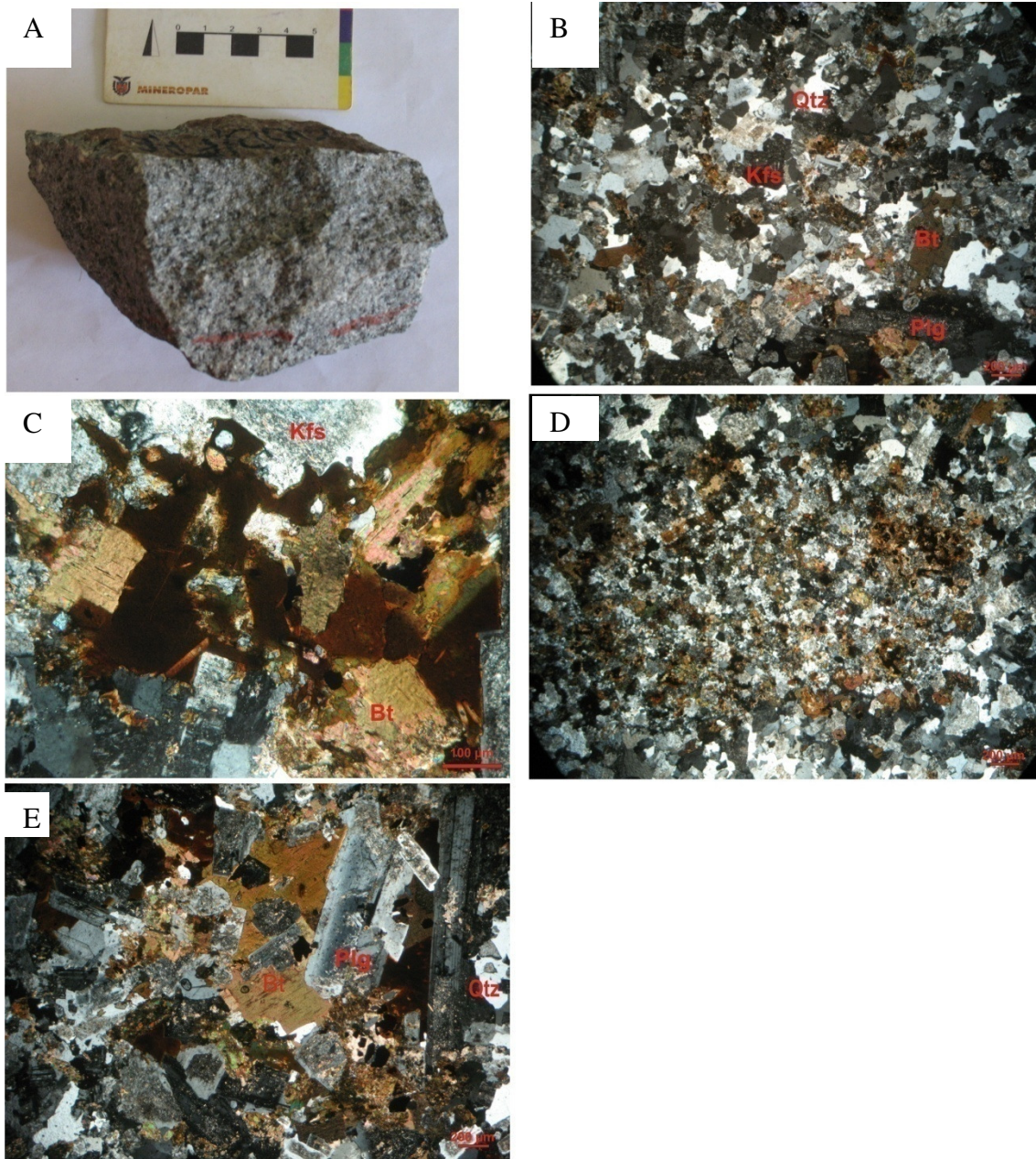


Figura 13: (A) Amostra de mão do microgranodiorito, amostra 2008/FRE-01, Dique de Coreau. Fotomicrografias com os nicóis cruzados mostrando (B) aspecto geral do microgranodiorito, com textura microgranular; (C) agregados de cristais de biotita; (D) enclave de composição máfica; (E) enclave de composição tonalítica. Bt – biotita; Kfs – álcali feldspato; Qtz – quartzo; Pgl – plagioclásio

3.1.3.2 Amostra 2008/FRE-05

Trata-se de uma rocha de cor cinza, isotrópica, composta por uma matriz de granulação fina, e fenocristais de tamanho centimétrico, caracterizando a textura porfiritica (Fig. 14a). É possível observar ainda a presença de enclaves máficos de tamanhos centimétricos, variando de 1 a 2 cm. A matriz é composta essencialmente por plagioclásio, quartzo e álcali feldspato, sendo biotita e hornblenda as principais fases máficas. Zircão, apatita e minerais opacos representam as fases acessórias. Os fenocristais são de plagioclásio, em maior proporção, e subordinadamente ocorre o álcali feldspato.

Os cristais de álcali feldspato que são encontrados como fenocristais, exibem formas subédricas, com intercrescimentos peritéticos, apresentam, por vezes, maclamento do tipo *carlsbad*. Nas bordas deste fenocristal é possível observar intensa alteração para argilominerais. Os cristais de álcali feldspato que constituem a matriz, exibem cristais anédricos, e por vezes ocorrem como intercrescimentos granofíricos.

O plagioclásio, na forma de fenocristais, exhibe cristais subédricos (Fig. 14b) e localmente euédricos, por vezes encontra-se formando aglomerados, o que caracteriza localmente a textura glomeroporfiritica (fig 14 c). Apresentam-se fortemente alterados para argilominerais, epidoto, sericita e carbonato. Na matriz exhibe cristais anédricos e apresenta contato reto com as demais fases minerais e entre si.

Os cristais de quartzo ocorrem na matriz e inclusos nos fenocristais de plagioclásio (fig. 14 b). Constituem cristais anédricos, que por vezes ocorrem como intercrescimentos granofíricos (fig 14 d).

Os cristais de anfibólio são subédricos, com pleocroísmo variando de verde azulado a verde amarronzado. Por vezes ocorrem inclusos nos fenocristais. Apresentam alteração para clorita.

Os cristais de biotita são cristais subédricos. Por vezes ocorrem inclusos nos fenocristais (fig 14 d). Ocorrem aleatoriamente distribuídos na matriz e apresentam alteração para clorita.

Os minerais acessórios são representados por cristais anédricos, subédricos a euédricos de minerais opacos, zircão e apatita.

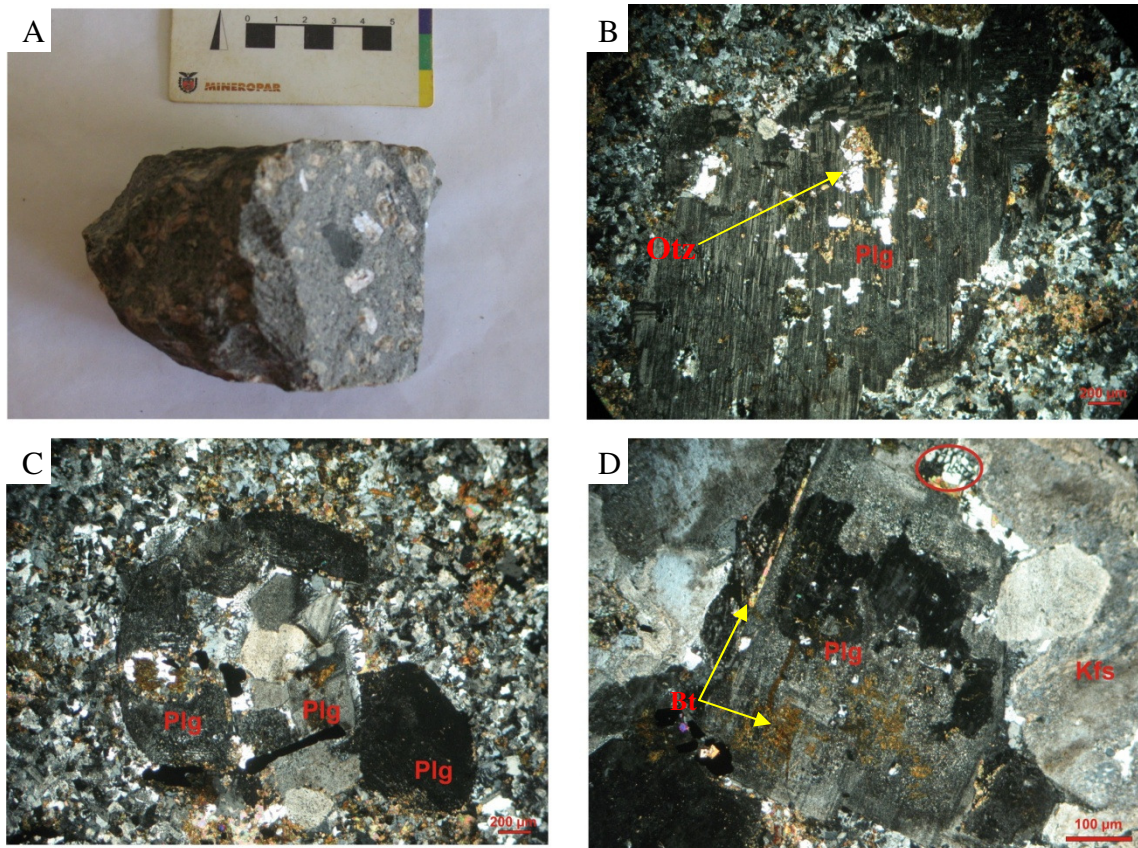


Figura 14: (A) Amostra de mão do riolito pórfito, amostra 2008/FRE-05, Dique de Coreaú. Fotomicrografias com os nicóis cruzados mostrando, (B) fenocristal de plagioclásio com inclusão de quartzo, imerso em uma matriz de granulação fina; (C) aglomerados de fenocristais de plagioclásio caracterizando a textura glomeroporfirítica; (D) fenocristal de plagioclásio com inclusões de biotita, em destaque o intercrescimento granofirico. Bt – biotita; Kfs – álcali feldspato; Qtz – quartzo; Plg – plagioclásio

3.2 COMPOSIÇÃO MODAL E CLASSIFICAÇÃO

Foram realizadas análises modais (tabela 4), com o contador eletrônico de pontos da marca *Swift*, tendo sido contatos em média 2000 pontos para cada lâmina delgada. Essa análise foi realizada nas quatro amostras descritas anteriormente sendo, duas representantes do Granito Meruoca e duas do dique de Coreaú. As amostras, 2008/SOB-01 e 2008/FRE-04 do Granito Meruoca foram classificadas como Sienogranitos, e as amostra do Dique de Coreaú, 2008/FRE-01 e 2008/FRE-05 foram classificadas como Microgranodiorito e Riolito pórfiro, respectivamente (Fig 15).

Na amostra 2008/FRE-05 (Riolito pórfiro) a contagem modal foi realizada apenas na matriz da rocha.

Tabela 4: Composição modal das amostras estudadas. Com base em média de 2000 pontos por amostra.

	Granito Meruoca	Granito Meruoca	Dique de Coreaú	Dique de Coreaú
Míneral	2008/SOB-01(%)	2008/FRE-04(%)	2008/FRE-01(%)	2008/FRE-05(%)
Quartzo	32,7	36,9	21	23,8
Álcali feldspato	52,8	48,9	12,6	24,6
Plágioclásio	11,5	10,8	51,6	26,3
Biotita	1,7	2,1	10,2	11,2
Hornblenda	—	—	2,4	10,3
Fluorita	0,2	0,2	—	—
Alanita	0,2	0,2	—	—
Opaco	0,1	0,1	1,5	3,5
Zircão	0,1	0,1	0,2	0,3
Apatita	—	—	0,2	0,2

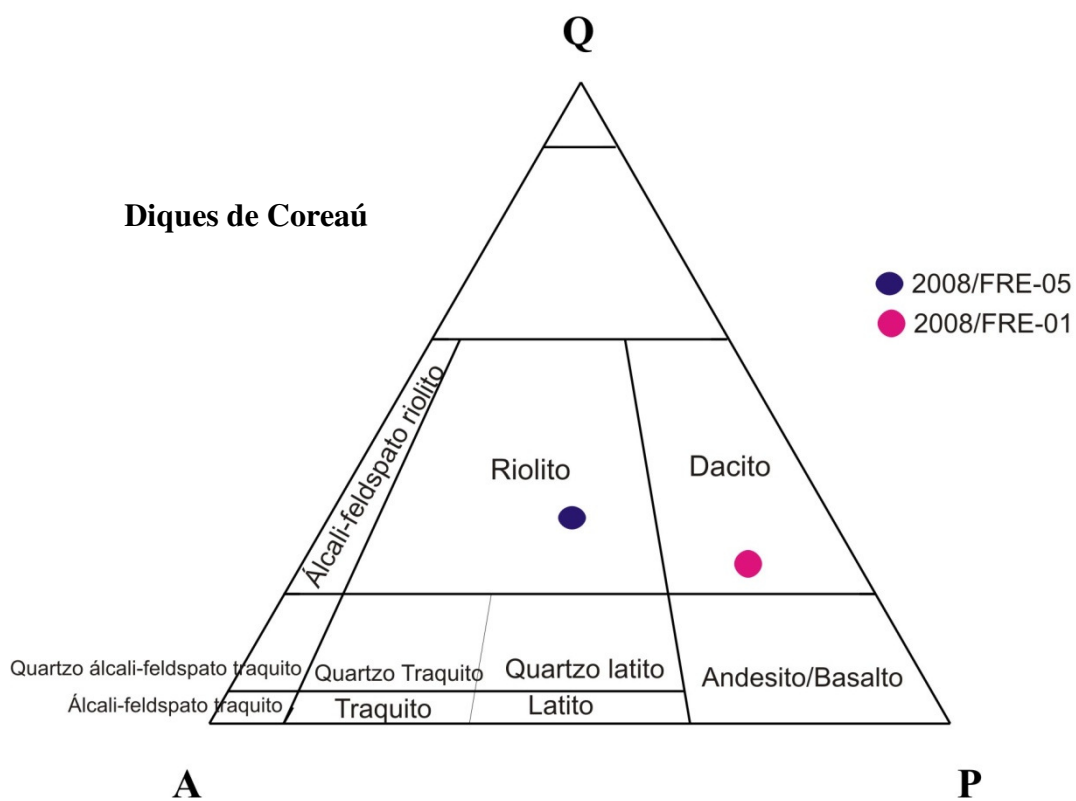
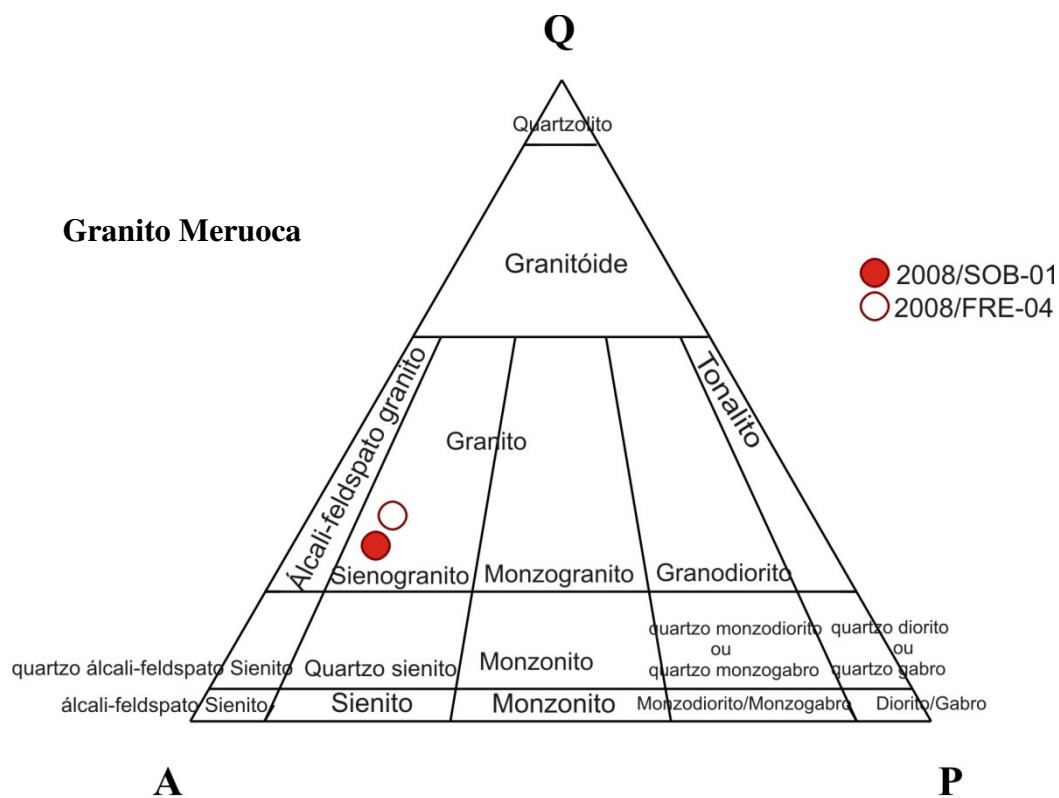


Figura 15: Diagramas modais Q-A-P de classificação de rochas (Streckeisen 1976) para o Granito Meruoca e os Diques de Coreau.

4 GEOCRONOLOGIA

4.1 O MÉTODO DE EVAPORAÇÃO DO Pb em ZIRCÃO

O método Pb-Pb em zircão baseia-se no princípio de que este mineral, contendo U e Pb na sua estrutura, é capaz de preservar informações isotópicas do momento da cristalização, resistindo a eventos dissipativos, como a alteração hidrotermal e o metamorfismo. Além disso, o zircão apresenta uma alta razão U/Pb, não existindo praticamente nenhum Pb inicial no zircão (Pb comum). Esta característica, juntamente com o fato de que as constantes de desintegração dos elementos Th e U são conhecidos, faz com que o zircão seja um ótimo geocronômetro. Kober (1986, 1987) desenvolveu este método de datação usando filamentos duplos para obter idades a partir da evaporação do Pb radiogênico contido no cristal de zircão.

Neste procedimento, o cristal de zircão é colocado em um filamento de rênio, (filamento de evaporação) e aquecido no espectrômetro de massa, através da passagem de corrente elétrica pelo filamento. O cristal é aquecido liberando íons de diversos átomos de sua estrutura cristalina inclusive o Pb radiogênico que se depositam em outro filamento (filamento de ionização), localizado a frente ao filamento de evaporação. No Pará-Iso, normalmente, são realizadas três etapas de evaporação. Uma a 1450°C, outra a 1500°C e outra a 1550°C. O número de etapas depende da quantidade de Pb contido no zircão e da resistência de sua rede cristalina.

Após cada etapa de evaporação, o filamento de ionização é aquecido a uma temperatura inicial de 1050°C (aumentando-se progressivamente até a temperatura de 1200°C), a partir desta temperatura o Pb ali alojado é liberado parcialmente, ou seja, é ionizado e tem a sua composição isotópica medida. A cada fase de ionização terminada, é feita uma limpeza do filamento de ionização e é feita nova etapa de evaporação.

A cada etapa de evaporação e ionização, um conjunto de razões $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ é definido, de onde é calculada a idade.

No entanto é possível que uma grande quantidade de Pb comum, que é identificado pela presença do ^{204}Pb no zircão, seja incorporado ao grão fazendo com que a razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ seja elevada. Quanto maior esta razão, maior a quantidade de Pb de contaminação no zircão e, conseqüentemente, dos demais isótopos do Pb. Assim, a

idade calculada com base na razão $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ deve ser corrigida para descontar a presença de Pb comum, utilizando-se para isso a razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ obtida na análise.

Como a composição isotópica do Pb comum é desconhecida, ela tem que ser estimada utilizando modelos de evolução do Pb na Terra (STACEY & KRAMMER, 1975, por exemplo). Assim, quanto maior for o valor da razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ maior será a incerteza na correção da idade. Dessa forma, utilizou-se neste trabalho o valor limite de 0,0005 da razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ para aceitar a idade corrigida para Pb comum. Em geral, no Para-Iso, o valor utilizado é 0,0004, no entanto, foi adotado este valor maior para que pudesse ser aproveitado um maior número de dados analíticos.

Quando as idades obtidas em diferentes etapas de evaporação são similares, a idade do cristal de zircão é calculada a partir da média dessas idades. Caso contrário, apenas a idade obtida na etapa de mais alta temperatura é considerada para definir a idade do grão, eliminando-se dessa forma a(s) etapa(s) de mais baixa(s) temperatura(s).

Os dados analíticos são processados em programas adequados chamados de zircão04 (programa elaborado no Pará-Iso) e ISOPLOT (LUDWIG 2001), os quais permitem o cálculo da idade e a sua representação gráfica.

As idades calculadas podem ser representadas em um diagrama Idade (Ma) vs. etapa de aquecimento. A idade de uma rocha é definida, estatisticamente, com base nas idades de no mínimo quatro cristais de zircão cujas idades se superpõem nos limites dos erros analíticos.

4.2 GRANITO MERUOCA

4.2.1 Sienogranito (2008/SOB-01)

Para análise dessa amostra, foram selecionados cinquenta e três (53) cristais de zircão a partir das frações granulométricas entre 180-125 μm e 250-180 μm , todos fotografados na objetiva de 5x no microscópio. Os cristais de zircão apresentam formas subautomórficas e constituem uma população relativamente heterogênea. São alongados e por vezes curtos, com prismas bem desenvolvidos e pirâmides desgastadas. Apresentam fraturas, inclusões e sinais de metamictização (Fig. 16). Foi necessário utilizar três ou quatro cristais de zircão em um mesmo filamento para tentar obter sinal de Pb no espectrômetro de massa.

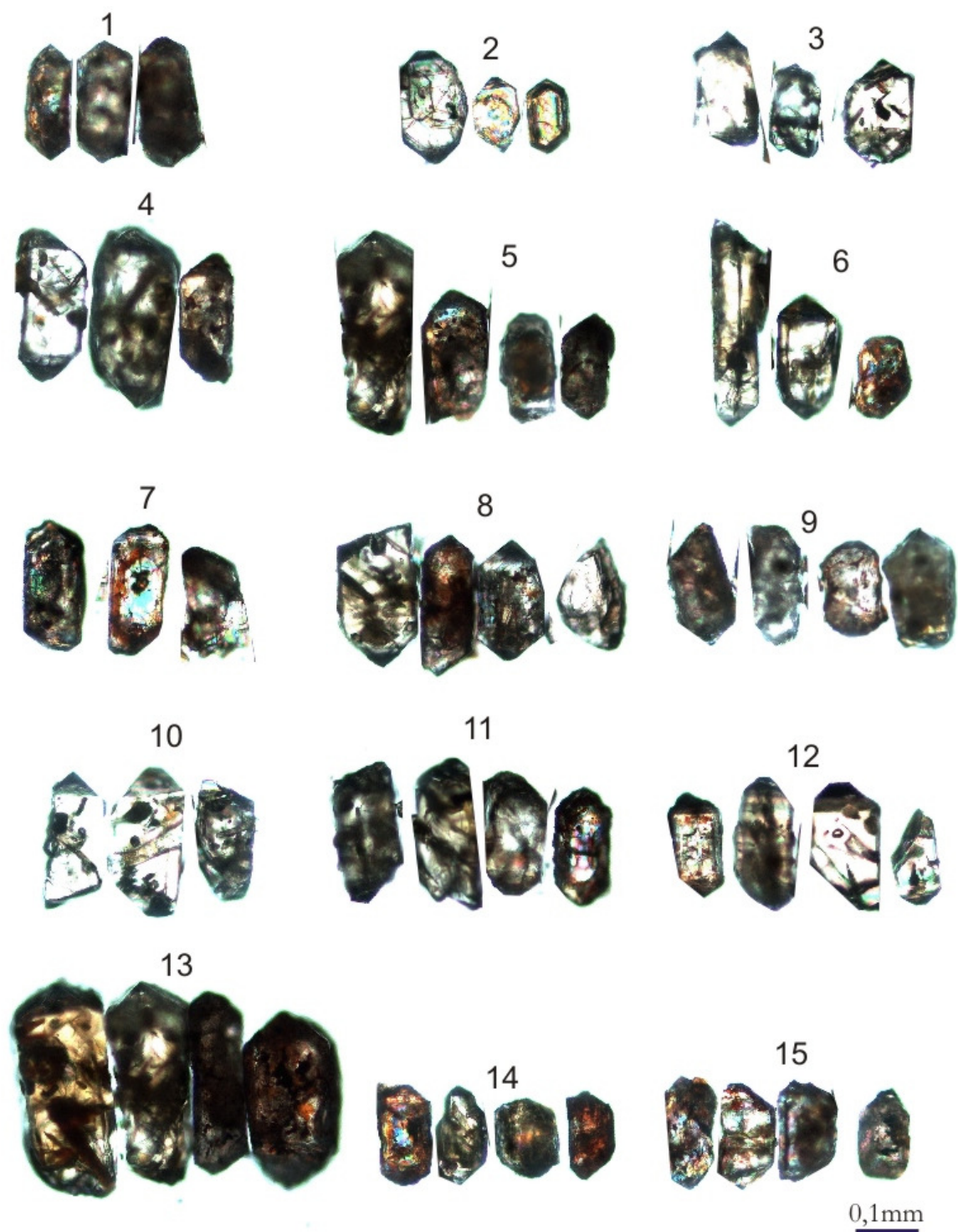


Figura 16: Cristais de zircão do sienogranito (2008/SOB-01) com aumento de 5x, obtidos das frações granulométricas situadas entre 180-125 μ m e 250-180 μ m. A numeração indica o conjunto de cristais de zircão depositados em um mesmo filamento de rênio tipo canoa para datação pelo método de evaporação de Pb.

Foram realizadas nesta amostra, análises isotópicas em quinze conjuntos de cristais de zircão, no entanto, apenas nove apresentaram sinal de Pb suficiente para o cálculo da idade. Este fato pode estar relacionado ao baixo teor de Pb nestes cristais ou a alguma particularidade neles que tenha levado a baixa ionização do Pb, entre outros fatores.

Considerando o critério de eliminação adotado para a razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ inferior a 0,0005, nesta amostra do Granito Meruoca, apenas os conjuntos SOB-01/2 e o SOB-01/8 forneceram idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ que obedeciam tais critérios (Tab. 4).

A idade média obtida entre esses dois conjuntos de cristais é de $651,5 \pm 36$ Ma, e não corresponde a idade de cristalização do Granito Meruoca de 523 ± 9 recentemente definida (ARCHANJO et al. 2009). Conseqüentemente há duas possibilidades para explicar a idade mais antiga obtida. A primeira é que esses cristais seriam herdados de rochas mais antigas, sendo correlacionáveis aos granitos brasileiros mais antigos que os granitos da Suíte Intrusiva Meruoca, por exemplo do Arco Magmático de Santa Quitéria. A outra possibilidade considera que estes cristais possam ter um núcleo herdado, com isso, a idade obtida seria o resultado da mistura entre o núcleo herdado e a porção sobrecrescida em volta desse núcleo. Nesse caso, a idade de $651,5 \pm 36$ Ma não teria significado geológico.

Tabela 5: Resultados analíticos obtidos pelo método de evaporação de Pb em zircão da amostra 2008/SOB-01 pertencente ao Granito Meruoca.

Zircão	Temp.	Razoes	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2s	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2s	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2s	Idade	2s
SOB01/1	#1450	0/6	0,012398	0,000346	0,11124	0,02159	0,06917	0,00631	904,0	188,0
SOB01/2	1450	6/6	0,000000	0,000000	0,1647	0,00385	0,06112	0,00336	643,7	118,0
SOB01/3	#1450	0/8	0,026452	0,000184	0,13483	0,03291	0,13127	0,01037	2115,3	138,5
	#1500	0/22	0,000628	0,000131	0,12715	0,0039	0,05856	0,0008	550,9	29,8
SOB01/8	1500	8/16	0,000000	0,000000	0,14904	0,00992	0,06136	0,00108	652,3	37,8
SOB01/10	#1500	0/12	0,015125	0,000343	0,22197	0,00571	0,07387	0,0018	1038,2	49,2
SOB01/11	#1450	0/6	0,000571	0,000408	0,12403	0,01454	0,05192	0,00613	282,0	270,0
SOB01/12	#1500	0/32	0,000732	0,000116	0,30645	0,00803	0,10851	0,00312	1774,8	52,4
SOB01/14	#1450	0/8	0,009506	0,000046	0,08614	0,01678	0,05884	0,00534	561,4	197,7
	#1500	0/6	0,005681	0,000186	0,08148	0,0075	0,05366	0,00302	356,9	127,2
SOB01/15	#1450	0/6	0,001891	0,000012	0,09213	0,00795	0,05512	0,00109	417,3	44,0
		14/128							651,5	36,0

etapa de evaporação eliminada por apresentar razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ superior a 0,0005

4.2.2 Sienogranito (2008/FRE-04)

Para análise desta amostra, foram selecionados quarenta (40) cristais de zircão a partir da fração granulométrica 180-125 μ m, todos fotografados na objetiva de 10x. Os zircões apresentam formas subautomórficas e constituem uma população relativamente homogênea. São alongados, com prismas bem desenvolvidos e pirâmides por vezes desgastadas. Apresentam fraturas, inclusões e sinais de metamictização, alguns cristais são limpidos (Fig. 17). Como amostra anterior do granito foi necessário depositar três ou quatro cristais em um mesmo filamento para tentar obter sinal de Pb no espectrômetro de massa.

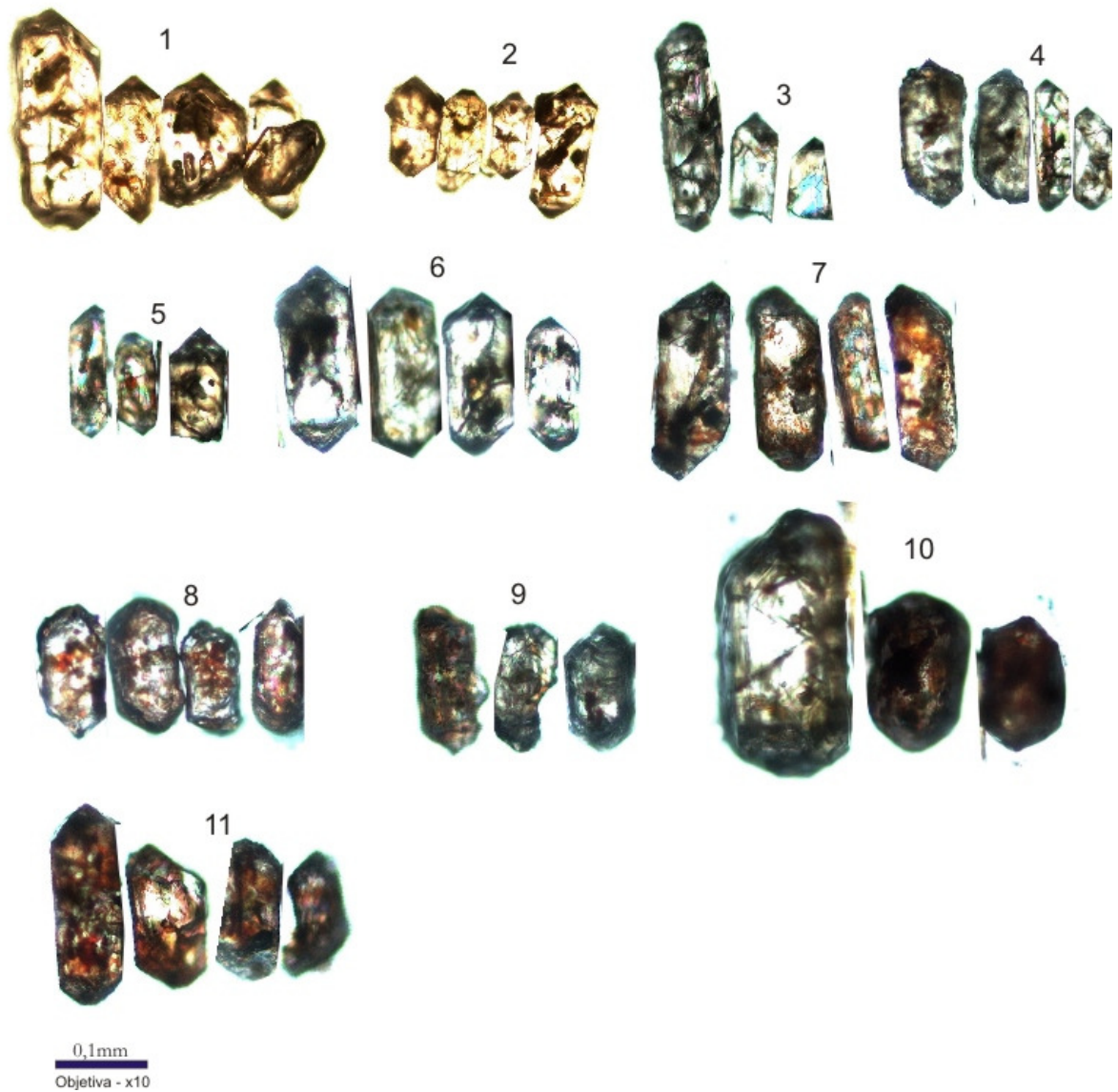


Figura 17: Cristais de zircão do sienogranito (2008/FRE-04) com aumento de 10x, obtidos na fração granulométrica situada entre 180-125 μ m. A numeração indica o conjunto de cristais de zircão depositados em um mesmo filamento de rênio tipo canoa para datação pelo método de evaporação de Pb.

Nessa amostra, apenas quatro conjuntos de cristais de zircão forneceram idades, sendo que dentre estes, três (FRE04/1, FRE04/5 e FRE04/6) permitiram o cálculo de idade aparente $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ adotando uma razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ abaixo de 0,00055 (Tabela 5). A idade fornecida pelos cristais de zircão do conjunto FRE04/1 de $659,3 \pm 105,5$ Ma, se assemelha a idade média obtida na amostra SOB-01 de $651,5 \pm 36$ Ma e, portanto, pode ser interpretada também, como indicativo de cristais herdados de rochas mais antigas, ou cristais com núcleo herdado.

O conjunto FRE04/5 forneceu idades de $591,3 \pm 27$ Ma e $542,4 \pm 7$ Ma nas etapas de evaporação, 1500°C e 1550°C , respectivamente. Essas idades não se sobrepõem nos limites dos erros analíticos e, portanto não pode ser calculada a idade média para esse conjunto. Assim, torna-se impossível definir a idade desse conjunto de cristais de zircão.

A idade de $518,3 \pm 33,9$ Ma obtida para o conjunto FRE04/6 se aproxima da idade de cristalização do Granito Meruoca de 523 ± 9 Ma (ARCHANJO et. al. 2009). Adicionalmente, a idade média de $541,4 \pm 9$ Ma pode ser calculada entre a etapa de 1550°C do conjunto FRE04/5 e a idade do conjunto FRE04/ de $541,4 \pm 9$ Ma. Embora esta idade praticamente se superponha com aquela de Archanjo et al. (op. cit), essa idade media não pode ser considerada, tendo em vista que não existem critérios objetivos para a eliminação da etapa de evaporação de 1500°C do conjunto FRE04/5. Com isso, pode-se considerar apenas os cristais de zircão do conjunto FRE04/6 como fornecendo idade de $518,3 \pm 33,9$ Ma para esta amostra.

Tabela 06: Resultados analíticos obtidos pelo método de evaporação de Pb em zircão da amostra 2008/FRE-04 pertencente ao Granito Meruoca.

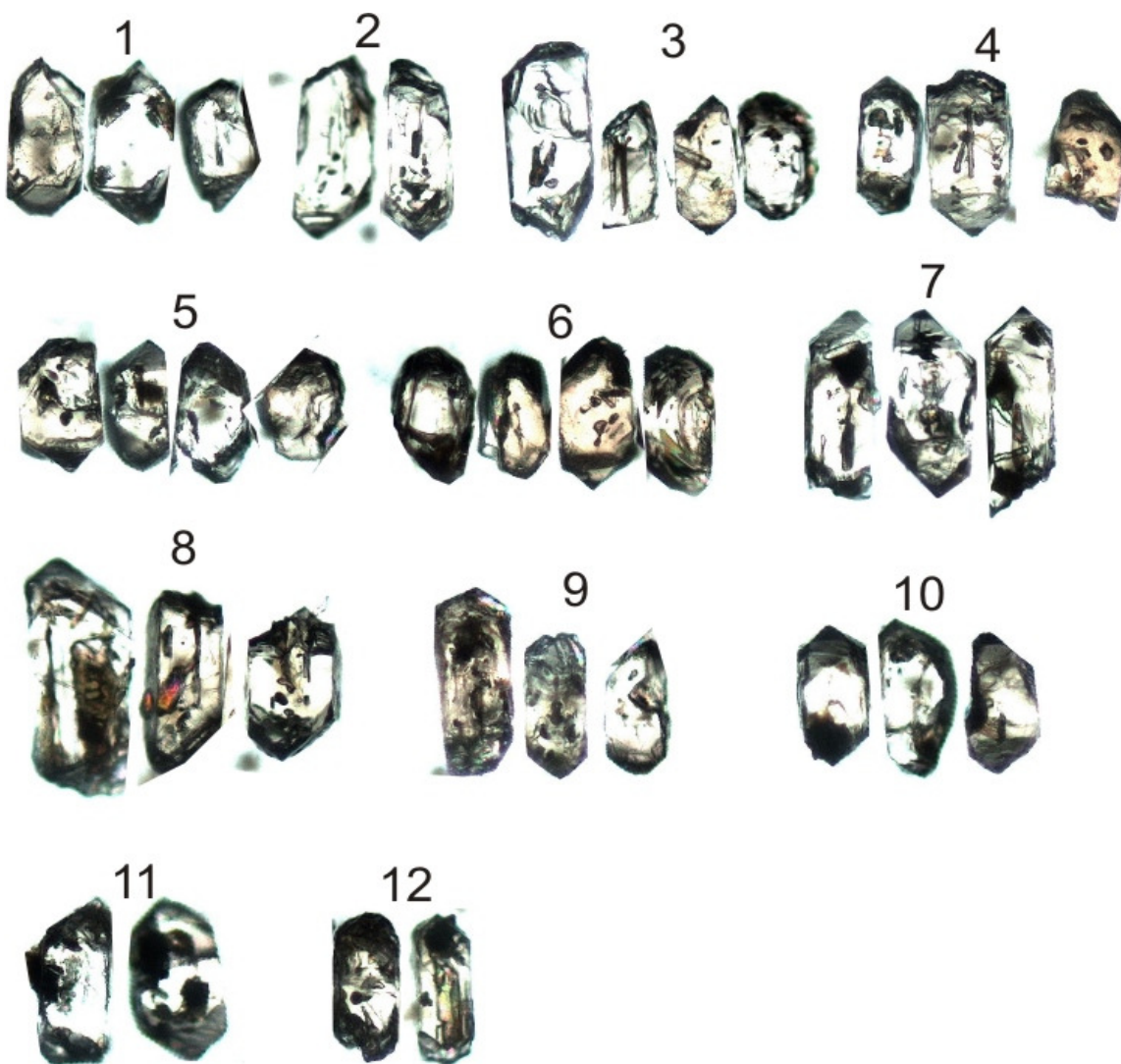
Zircão	Temp.	Razoes	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2s	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2s	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2s	Idade	2s
FRE04/1	#1450	0/8	0,001141	0,000376	0,20761	0,01335	0,06318	0,00555	714,6	186,4
	1500	0/16	0,000000	0,000000	0,23196	0,00249	0,06157	0,00303	659,3	105,5
FRE04/5	*500	0/16	0,000468	0,000040	0,21702	0,00256	0,05966	0,00065	591,3	23,7
	1550	16/24	0,000469	0,000014	0,22588	0,00497	0,05833	0,00019	542,4	7,0
	#1600	0/8	0,000756	0,000064	0,22221	0,00251	0,05371	0,00106	359,0	44,4
FRE04/6	1500	26/32	0,000506	0,000046	0,28841	0,00170	0,05769	0,00089	518,3	33,9
	#1550	0/8	0,000649	0,000204	0,28546	0,00683	0,05605	0,00311	454,7	123,2
FRE04/8	#1450	0/8	0,005577	0,000464	0,25658	0,01771	0,05561	0,00996	437,1	398,7
								Idade =	518,3	7,0

etapa de evaporação eliminada por apresentar razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ superior a 0,0005

4.3 DIQUES DE COREAÚ

4.3.1 Microgranodiorito (2008/FRE-01)

Para análise desta amostra, foram selecionados trinta e seis (36) cristais de zircão a partir da fração granulométrica 180-125 μ m, todos fotografados na objetiva de 5x no microscópio. Os zircões apresentam formas subautomórficas e constituem uma população relativamente heterogênea. São alongados e curtos com prismas bem desenvolvidos e pirâmides por vezes desgastadas. Apresentam-se quebrados, com fraturas, inclusões e com fracos indícios de metamictização, entretanto alguns cristais são límpidos (Fig. 18). Como nas amostras do Granito Meruoca foi necessário introduzir três ou quatro cristais em um mesmo filamento para tentar obter sinal de Pb adequado para análise no espectrômetro de massa.



0,1mm

Figura 18: Cristais de zircão do Microgranito (FRE-01) com aumento de 5x, obtidos da fração granulométrica situada entre 180-125 μ m. A numeração indica o conjunto de cristais de zircão depositados em um mesmo filamento de rênio tipo canoa para datação pelo método de evaporação de Pb.

A investigação geocronológica do microgranodiorito foi efetuada em 12 conjuntos de cristais de zircão. No entanto, apenas quatro conjuntos de cristais de zircão apresentaram sinal de Pb suficiente para o cálculo da idade (Tab. 6)

Entre os quatro conjuntos de cristais de zircão que forneceram resultados analíticos o conjunto FRE01/10 foi eliminado por apresentar razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ acima de 0,0005. O conjunto FRE01/11, por sua vez, forneceu a idade de $911,4 \pm 72,2$ Ma. Essa idade pode ser interpretada claramente como indicativa da presença de cristais herdados, ou de cristais com um núcleo herdado neste conjunto de cristais de zircão.

O conjunto de cristais de zircão FRE01/2 forneceu a idade de $555,8 \pm 20,1$ Ma na etapa de $1500\text{ }^\circ\text{C}$, que é coerente com as idades obtidas pelo método Rb-Sr por Tavares Jr. et al. (1990) e Sial (1989) de 560 ± 10 Ma e 560 ± 19 Ma, respectivamente. No entanto, na etapa de $1550\text{ }^\circ\text{C}$ este conjunto forneceu a idade de $751,9 \pm 52$ Ma o que demonstra a semelhança com conjunto FRE1/11, na presença de cristais herdados ou com núcleo herdado neste conjunto. Dessa forma, a idade obtida na etapa de mais baixa temperatura, embora similar a idade Rb-Sr não teria significado geológico. Como consequência, a idade de $589,6 \pm 26,5$ Ma da etapa de $1500\text{ }^\circ\text{C}$ do zircão FRE01/09, da mesma forma, pode ser interpretada como resultado da presença de cristais herdados de zircão.

Tabela 07: Resultados analíticos obtidos pelo método de evaporação de Pb em zircão da amostra 2008/FRE-01 pertencente ao pertencente ao Dique de Coreau.

Zircão	Temp.	Razoes	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2s	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2s	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2s	Idade	2s
FRE01/2	*1450	0/12	0,000471	0,000192	0,26740	0,00639	0,06254	0,00342	692,9	116,6
	1500	22/36	0,000331	0,000029	0,30692	0,00207	0,05869	0,00054	555,8	20,1
	*1550	0/28	0,000476	0,000066	0,32095	0,01701	0,05910	0,00947	751,9	52,0
RE01/9	#1450	0/16	0,001736	0,000136	0,24782	0,00421	0,05667	0,00436	478,9	169,9
	*1500	0/40	0,000401	0,000047	0,30777	0,00260	0,05961	0,00073	589,6	26,5
RE01/10	#1500	0/34	0,001228	0,000131	0,27811	0,00152	0,05823	0,00069	538,7	25,9
	#1550	0/8	0,000886	0,000204	0,27796	0,00893	0,05435	0,00344	385,8	142,0
RE01/11	*1500	0/4	0,000000	0,000000	0,33670	0,00944	0,06942	0,00243	911,4	72,2
22/226									555,8	20,1

etapa de evaporação eliminada por apresentar razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ superior a 0,0005

4.3.2 Riolito Pórfiro (2008/FRE-05)

Para análise desta amostra, foram selecionados sessenta e três (63) cristais de zircão a partir da fração granulométrica 250-180 μ m, todos fotografados na objetiva de 5x. Os cristais de zircão apresentam formas subautomórficas e constituem uma população relativamente homogênea. São alongados, com prismas bem desenvolvidos e pirâmides por vezes desgastadas. Apresentam-se quebrados, com fraturas, inclusões, alguns cristais são límpidos (Fig. 19). Assim como nas demais amostras foi necessário introduzir três ou quatro cristais em um mesmo filamento para tentar obter sinal de Pb no espectrômetro de massa adequado para análise.

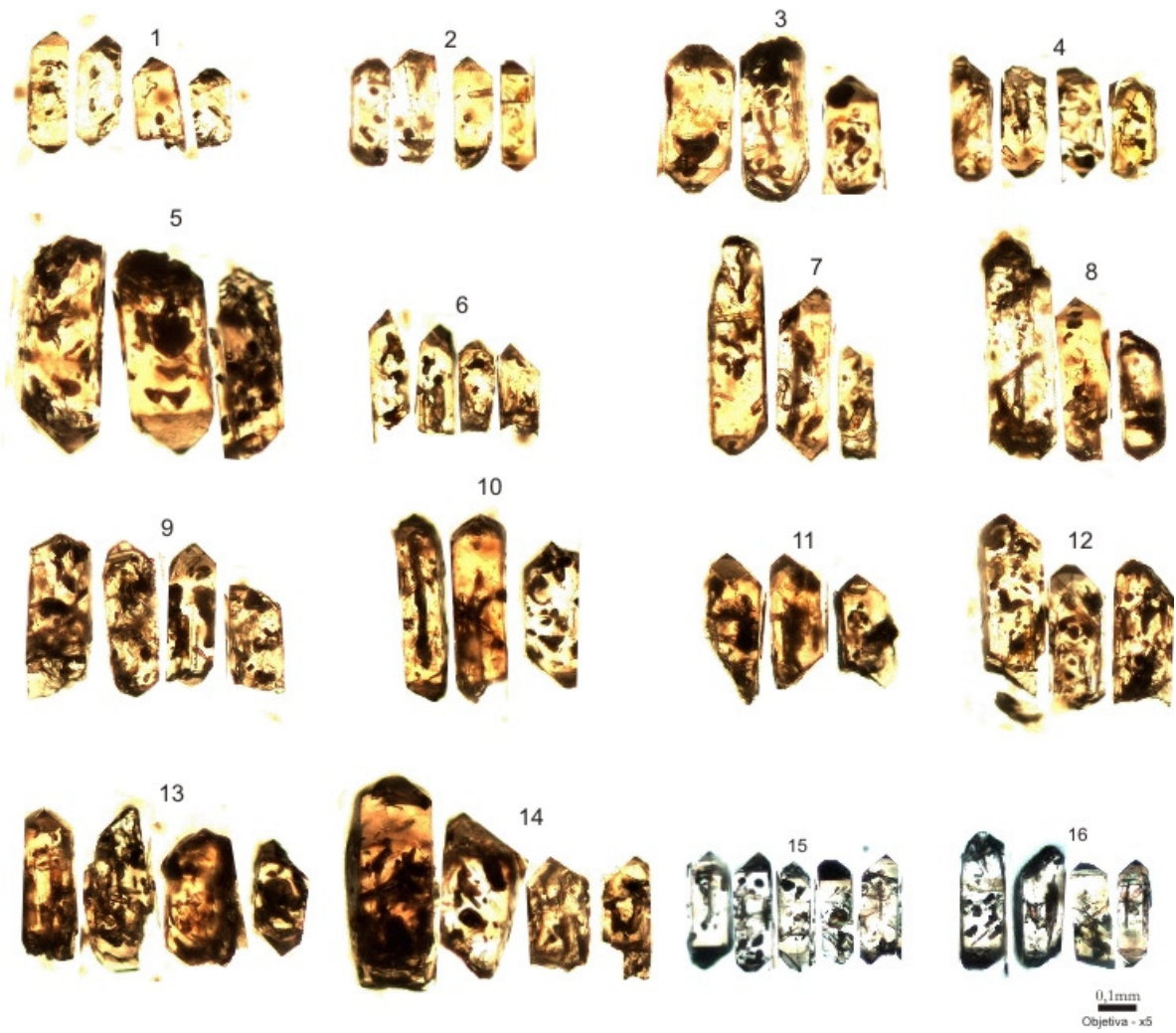


Figura 19: Cristais de zircão do Riolito Porfiro (2008/FRE-05) com aumento de 5x, obtidos da fração granulométrica situada entre 250-180 μ m. A numeração indica o conjunto de cristais de zircão depositados em um mesmo filamento de rênio tipo canoa para datação pelo método de evaporação de Pb.

As análises isotópicas do Riolito pórfiro foram efetuadas em 16 conjuntos de cristais de zircão. No entanto, dentre os dezesseis conjuntos de análises realizadas, apenas seis apresentaram sinal de Pb suficiente para o cálculo da idade (Tab. 7).

Entre os seis conjunto de cristais de zircão que forneceram resultados analíticos os conjuntos FRE5/11, FRE5/14 e FRE5/16 foram eliminados por apresentar razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ acima de 0,0005.

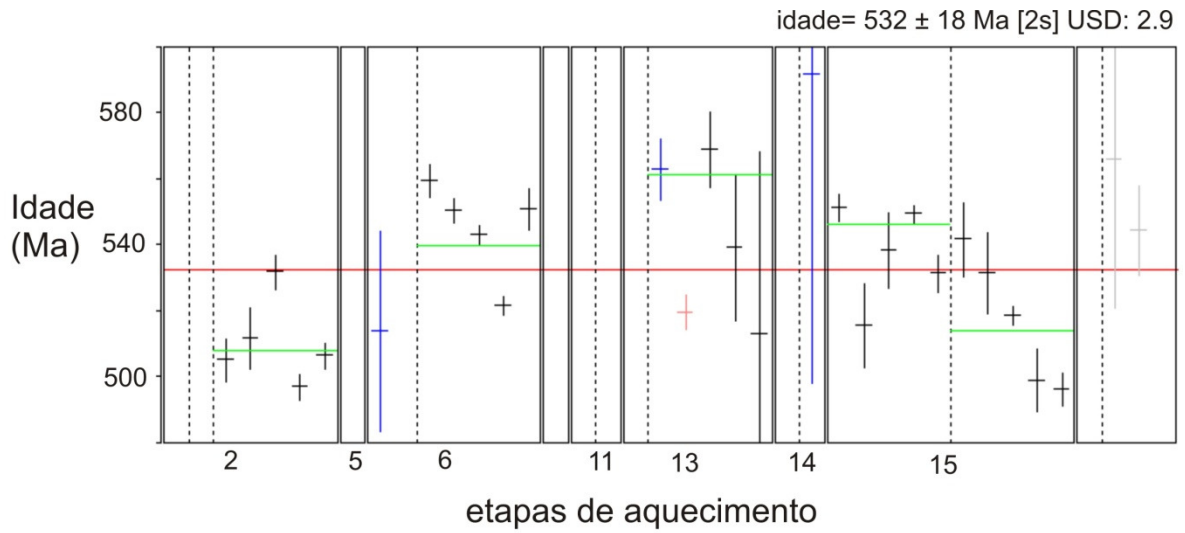
Os conjuntos FRE5/2, FRE5/6, FRE5/13 e FRE5/15, por sua vez, forneceram resultados analíticos com razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ abaixo de 0,0005. A média das idades obtidas por estes conjuntos de zircão foi calculada, adotando a razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ abaixo de 0,0005 e abaixo de 0,0004, que são respectivamente, de 532 ± 18 Ma e 523 ± 20 Ma. A representação gráfica destas idades é mostrada na figura 20.

Segundo procedimento do Pará-Iso, a idade de uma rocha é definida, estatisticamente, com base nas idades de no mínimo quatro cristais de zircão cujas idades se superponham nos limites dos erros analíticos. Com isso as idades obtidas pelas médias destes quatro conjuntos de cristais de zircão, podem ser interpretadas como a idade de cristalização do Dique de Coreau

Tabela 08: Resultados analíticos obtidos pelo método de evaporação de Pb em zircão da amostra 2008/FRE-05 pertencente ao pertencente ao Dique de Coreau.

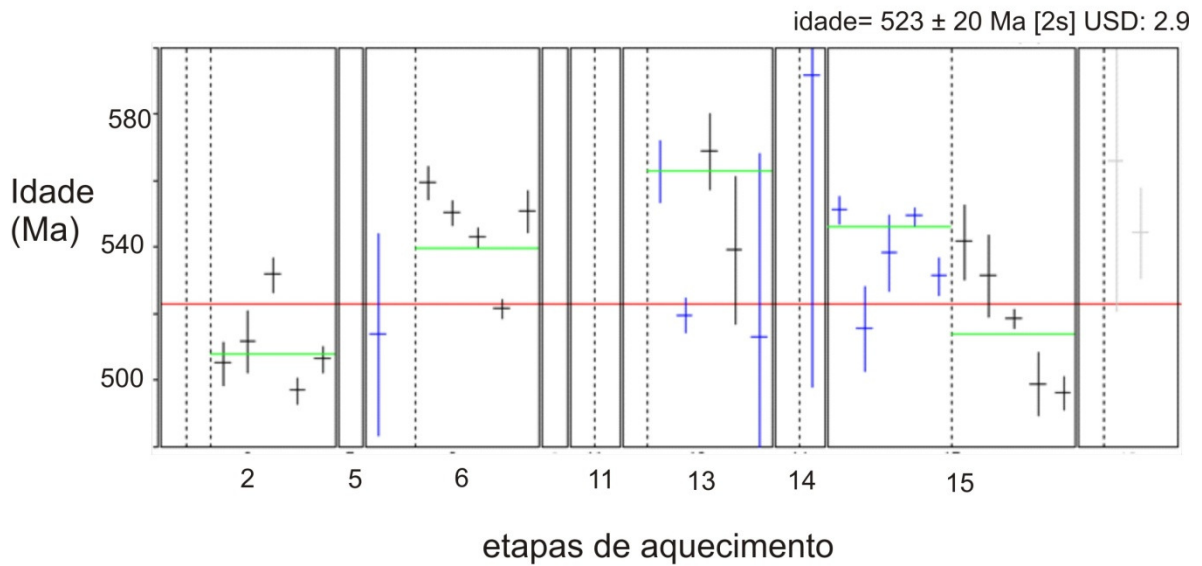
Zircão	Temp.	Razões	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2 σ	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2 σ	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2 σ	idade	2 σ	
FRE5/2	1450	0/8	0.002200	0.000022	0.2298	0.0017	0.0566	0.0006	478	22	
	1500	36/36	0.000285	0.000022	0.2073	0.0006	0.0574	0.0003	508	12	
FRE5/6	1450	0/14	0.007060	0.000339	0.2383	0.0067	0.0565	0.0024	473	94	
	1500	36/36	0.000304	0.000026	0.1825	0.0005	0.0583	0.0004	540	14	
FRE5/11	1450	0/8	0.002431	0.000718	0.1532	0.0259	0.0519	0.0113	282	496	
	1500	0/8	0.002752	0.000016	0.1704	0.0089	0.0923	0.0021	563	92	
FRE5/13	1450	0/8	0.001483	0.000084	0.2231	0.0039	0.0551	0.0015	415	61	
	1500	14/36	0.000398	0.000034	0.2196	0.0016	0.0589	0.0007	563	24	
FRE5/14	1450	0/8	0.038384	0.000524	0.4245	0.0688	0.0608	0.0273	631	966	
	1500	0/8	0.002287	0.000270	0.2386	0.0147	0.0597	0.0051	592	187	
FRE5/15	1450	0/34	0.000442	0.000021	0.1915	0.0008	0.0584	0.0002	546	8	
	1500	36/36	0.000520	0.000023	0.1718	0.0013	0.0576	0.0003	514	12	
FRE5/16	1450	0/8	0.002356	0.000572	0.2247	0.0220	0.0677	0.0087	859	268	
	1500	0/20	0.000520	0.000039	0.1714	0.0025	0.0582	0.0015	538	52	
									122/286	532	18

etapa de evaporação eliminada por apresentar razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ superior a 0,0005



- † idades que participam do cálculo
- ‡ idades que não participam do cálculo.

cálculo realizado com razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} < 0,00055$



- † idades que participam do cálculo
- ‡ idades que não participam do cálculo.

cálculo realizado com razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} < 0,00040$

Figura 20: diagramas Idade (Ma) vs. etapa de aquecimento, da amostra 2008/FRE-05, segundo duas razões.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As idades determinadas neste trabalho, pelo método de evaporação de Pb, foram obtidas usando um conjunto de cristais de zircão em vez de um único cristal como seria esperado. Este procedimento foi adotado devido a limitações inerentes aos cristais de zircão das rochas estudadas, que forneceram uma quantidade de Pb insuficiente para a análise por espectrometria de massa. Isso tem uma implicação direta na interpretação dessas idades uma vez que não se pode garantir, a priori, que os três ou quatro cristais depositados no filamento de evaporação teriam, efetivamente, a mesma idade. Dessa forma, do conjunto de idades obtidas, tem-se que verificar quais aquelas idades que podem ter algum significado geológico e quais a que não teriam qualquer significado geológico. Adicionalmente, dentre aquelas idades que poderiam ter algum significado geológico, é preciso sugerir quais poderiam ser representativas da cristalização do Granito Meruoca e dos Diques de Coreau, para então discutir a possível contemporaneidade desses dois eventos magmáticos.

Parte dessa tarefa é facilitada pela determinação das idades, pelo método U-Pb, de corpos da Suíte Intrusiva Meruoca principalmente o Granito Meruoca cuja idade de 523 ± 9 Ma foi recentemente determinada por Arcanjo et al. 2009). A idade de 532 ± 6 Ma foi determinada para o Granito Mucambo (FETTER ET AL. 2003), enquanto que para o Granito Serra do Barriga foi publicada a idade de $522 \pm 7,6$ Ma (MATTOS ET AL. 2007). Isso mostra claramente que esse evento de magmatismo granítico deve ter ocorrido no intervalo entre 520 e 530 Ma. Conseqüentemente, as idades obtidas nos conjuntos de cristais de zircão das amostras do Granito Meruoca (SOB-01 e FRE-04) que estão fora deste intervalo de tempo não indicam a idade de cristalização deste corpo. Neste caso, apenas a idade 518 ± 34 Ma obtida para um conjunto de cristais de zircão (FRE-04/06) poderia ser indicativa da idade de cristalização do Granito Meruoca. Essa interpretação é reforçada pela similaridade na tipologia dos quatro cristais analisados (Fig. 17), o que sugere que eles poderiam ser da mesma família e, portanto, ter a mesma idade.

Por outro lado, a idade média 652 ± 36 fornecida por dois conjuntos de cristais da amostra SOB-01 claramente mostra a incorporação de cristais herdados de zircão no Granito Meruoca. Essa idade, no entanto, pode ou não ter algum significado geológico. Caso positivo, ela sugere a incorporação de cristais de zircão formados em um

magmatismo contemporânea ao Batólito de Santa Quitéria (605 - 635 Ma, U-Pb em zircão; SANTOS et al, 2004). Entretanto, caso esta coincidência de idade seja fortuita, então, nos dois conjuntos de zircão analisados existiriam cristais com idades de cristalização distintas de sorte que a idade obtida não teria significado geológico. Esta parece ser a interpretação mais coerente uma vez que as rochas do Batólito de Santa Quitéria estão restritas ao Domínio Ceará Central e rochas de idade similar não são reportadas no Domínio Médio Coreaú. Acredita-se que, muito provavelmente, os cristais analisados devem ter um núcleo herdado e um sobrecrescimento formado durante o alojamento do Granito Meruoca. Todavia não se pode descartar a possibilidade de mistura de cristais herdados de rochas mais antigas com cristais formados durante o magmatismo do Granito Meruoca, embora a tipologia dos cristais de zircão não revele claramente este tipo de mistura.

Nos Diques de Coreaú, mais especificamente no microgranodiorito, também foram obtidas idades interpretadas como pertencentes a cristais de zircão herdados, ou cristais com núcleo herdado e sobrecrescimento mais novo. Essas idades variaram de $911,4 \pm 72,2$ Ma (FRE01/11) a $751,9 \pm 52$ Ma (etapa de 1550 °C do conjunto FRE01/2). Por sua vez, a idade de $555,8 \pm 20,1$ obtida na etapa de evaporação de 1500 °C deste mesmo conjunto de cristais (Tab. 5), é coerente com as idades obtidas por Tavares Jr. et al. (1990) e Sial (1989) de 560 ± 10 Ma e 560 ± 19 Ma, respectivamente, pelo método Rb-Sr. No entanto, não se pode atribuir qualquer significado geológico à idade obtida nesse o conjunto de cristal de zircão, uma vez que uma idade mais antiga foi obtida na etapa seguinte de evaporação. Isso revela a presença de cristais herdados o que invalida a idade obtida na etapa anterior (de mais baixa temperatura). Dessa forma, os dados geocronológicos obtidos em cristais de zircão do microgranodiorito não permitem determinar a sua idade de cristalização.

A amostra de riolito pórfiro (FRE-05) forneceu quatro conjuntos de zircão com idades similares, que permitiram o cálculo da idade média entre esses conjuntos. O cálculo foi realizado adotando como critério de corte para aceitar os dados analíticos tanto valores da razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ abaixo de 0,0005 como abaixo de 0,0004. As idades obtidas de 532 ± 18 Ma e 523 ± 20 Ma, respectivamente, são virtualmente similares considerando os erros analíticos. Esse resultado mostra ainda que a utilização do valor de 0,0005 para a razão $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, para realizar a correção da idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, não afeta demasiadamente o cálculo dessa idade. Dessa forma, acredita-se que o Feixe de Diques de Coreaú se alojou entre 520-530 Ma, e adota-se a idade de 523 ± 20 Ma como

representativa desse evento, uma vez que ela foi obtida empregando um critério mais rigoroso para correção da idade para Pb de contaminação.

A idade de 523 ± 20 Ma é similar a idade de cristalização do Granito Meruoca de 523 ± 9 Ma obtida por Archanjo et al. (2009). Com isso, pode-se inferir a relação de contemporaneidade entre Feixe de Diques de Coreaú e o Granito Meruoca.

Oliveira (2001) descreve os Feixes de Diques de Coreaú como sendo a primeira fase magmática e o representante do início do processo extensional de rifteamento da Bacia do Jaibaras, e adota idade Vendiana (650 – 543 Ma) para esses diques. No entanto, as idades obtidas neste trabalho mostraram que o alojamento dos diques se deu no Cambriano. Além disso elas demonstram a contemporaneidade entre os Diques de Coreaú e o Granito Meruoca, permitindo a interpretação de que esses diques estão relacionados ao mesmo evento de granitogênese que originou o Granito Meruoca e os demais corpos graníticos que compõe a Suite Intrusiva Meruoca.

6 CONCLUSÕES

Os dados geocronológicos obtidos para o Granito Meruoca (SOB-01 e FRE-04) indicaram a presença de cristais herdados em dois conjuntos de cristais de zircão da amostra SOB-01, e em um conjunto da amostra FRE-04. Os dois conjuntos de cristais da amostra SOB-01 forneceram idade média de 652 ± 36 , que muito provavelmente não tem significado geológico, ou seja, ela não é correlacionável a nenhum evento conhecido de litogênese no Domínio Médio Coreau. É possível que os cristais analisados devem ter núcleo um herdado e um sobrecrecimento formado durante o alojamento do Granito Meruoca. Entretanto não se pode descartar a possibilidade de mistura de cristais herdados de rochas mais antigas com cristais formados durante o magmatismo do Granito Meruoca, embora a tipologia dos cristais de zircão não revele claramente este tipo de mistura.

Por sua vez, a idade de 518 ± 34 Ma foi obtida para um conjunto de cristais de zircão (FRE-04/06) do Granito Meruoca, e pode ser indicativa da idade de cristalização desse plúton granítico. Essa interpretação é reforçada pela similaridade na tipologia dos quatro cristais analisados que sugerem que eles pertencem a uma mesma família e, portanto teriam a mesma idade de cristalização. Adicionalmente, esta idade é similar aquela obtida recente para Granito Meruoca, pelo método U-Pb em zircão, de 523 ± 9 Ma (ARCANJO ET AL. 2009).

Nos Diques de Coreau, mais especificamente no microgranodiorito, a presença de cristais de zircão herdados, e/ou cristais com núcleos herdados e sobrecrecimento mais novo, não permitiu a definir a idade desta rocha. No entanto, a idade de 523 ± 20 Ma foi definida por quatro conjuntos de cristais de zircão do riolito pórfiro. Com isso acredita-se que o Feixe de Diques de Coreau se alojou entre 520-530 Ma, e adota-se a idade de 523 ± 20 Ma para a cristalização desses diques.

A idade de 523 ± 20 Ma é similar a idade de cristalização do Granito Meruoca de 523 ± 9 Ma obtida por Archanjo et al. (2009). Com isso é possível se inferir a relação de contemporaneidade entre Feixe de Diques de Coreau e o Granito Meruoca.

7 REFERÊNCIAS

ABREU, F.A.M., GORAYEB P.S.S., HASUI Y. 1993. *Grabens eopaleozóicos do oeste Cearense - Considerações sobre as sequências lito-estratigráficas*. In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste, 15, Natal, Atas, 29-31.

ARCHANJO, C.J., LAUNEAU, P., HOLLANDA, M. H. B. M., MACEDO, J. W., LIU, D., 2009. *Scattering of magnetic fabrics in the Cambrian alkaline granite of Meruoca (Ceará state, northeastern Brazil)*. Journal of South America Earth Science v. 98., p. 1793-1807. 2009

ALMEIDA, F.F.M. 1977. *O Cráton do São Francisco*. Revista Brasileira de Geociências, 7: 349-364.

BITTAR, S.M.B. & CAMPOS NETO, M.C. 1999. *Condições metamórficas das metabásicas do Complexo Riacho Gravatá, na área de Serra Talhada, faixa Piancó-Alto Brígida, PE-Brasil: evidência de uma subducção neoproterozóica* In: SBGq, Congresso Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, 5, Congresso Brasileiro Geoquímica., 7. Porto Seguro, Anais, 452-454.

BIZZI, L.A., SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES, J.H., BEARS, F.J., DELGADO, I.M., ABRAM, M.B., LEÃO NETO, R., MATOS, G.M.M. & SANTOS, J.O.S. (Coords.), 2003. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas*. Escala 1:2.500.000. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Brasília, 4 CD-ROM's.

BRITO NEVES, B. B. 1999. *The Cambro-Ordovician of the Borborema Province*. Boletim IG, Série Científica, São Paulo, v. 29, p. 175-193.

BRITO NEVES, B.B.; DOS SANTOS, E.J.; VAN SCHMUS. 2000. *Tectonic History of the Borborema Province, Northeastern Brazil*. In CORDANI, U.G; MILANI E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. - Tectonic Evolution of South America - 31st international geological congress, Rio de Janeiro, 151-182 p.

BRITO NEVES, B.B.; SCHMUS, W.R.V.; FETTER, A. 2001. *Noroeste África-Nordeste do Brasil (Província Borborema). Ensaio comparativo e Problemas de Correlação*. Revista do Instituto de Geociências USP, São Paulo, v.1, n.1 p.59-78, 2001.

COSTA, M.J., LINS, C.A.C., BACCHIEGGA, I.F., 1975. *O eo-cambriano e cambro-ordoviciano do Nordeste do Ceará (Grupos Bambuí e Jaibaras)*. Anais do 7º Simposio de Geologia do Nordeste, Fortaleza, p. 47-57.

FETTER A.H. 1999. *U-Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal framework and geologic history of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the assembly of Gondwana*. Doctoral Dissertation, Department of Geology, The University of Kansas, Lawrence, Kansas, USA, 164 p.

FETTER, A. H.; DOS SANTOS, T. J. S.; VAN SCHIMUS, W. R.; HACKSPACHER, P. C.; BRITO NEVES, B. B.; ARTHAUD, M. H.; NOGUEIRA NETO, J. A. A. E WERNICK, E. 2003. *Evidence for Neoproterozoic Continental Arc Magmatism in Santa Quitéria Batholith of Ceara State, NW Borvorema ProvinceS, NE Brasil: Implications for the Assembly of west Gondwana*. Gondwana research, v.6, n° 2, p. 265-273.

GORAYEB, P.S.S. & ABREU, F.A.M. 1996. *Feições magmáticas e transformações tectono-metamórficas em granitóides da Suite Rosário-MA*. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador, Anais, 2:94-97.

GORAYEB, P. S. S.; ABREU, F. A. M.; MOURA, C. A. V. 1988. *Relações estratigráficas entre o granito Meruoca e a sequência Ubajara - Jaibaras*. In: Cong. Bras. Geol., 35. Belém, 1988. Anais ... Belém, SBG. v. 6. p. 2678 - 2688.

GORAYEB, P. S. S.; ABREU, F. A. M. 1992. *O contexto geológico dos granitos brasileiros no noroeste do Ceará*. In: Semana de Seminários do CGPP/UFGA, 10. Bol. Res.

GORAYEB, P.S.S.; SOARES.J.E.B.1995. *Os granitos fayalíticos de Mucambo-Ceará: dados geológicos, petrografia e considerações petrológicas*.In: Simp. Geol. Nordeste, 1995. Recife: SBG,16,V.1P.270-273

GUIMARÃES, I. P.; SILVA FILHO, A. F.; ALMEIDA, C. N.; ARAÚJO, J. M. M.; SALES, A.; MELO, S. C. (1998) *The Brasiliano granitoids from the Pajeú-Paraíba belt and Teixeira High: Sm-Nd isotope geochemistry and U-Pb in zircon ages*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., Belo Horizonte, 1998. Anais. Belo Horizonte, SBG, p. 48.

HACKSPACHER, P.C. 1992. *Geologia do Grupo Martinópolis, NW Ceará*. In: 37 Cong. Bras. Geol; São Paulo. p.125.

KOBER, B. 1986. *Whole grain evaporation for $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age investigations on single zircons using double filament source*. Contrib. Miner. Petrol., 93: 482-490.

LAFON, J. M.; GORAYEB, P. S. S.; TAVARES JR.; S. S. 1992. *Caracterização litoquímica e geocronológica dos granitóides da região de Sobral – Santa Quitéria - NW do Ceará*. In: Cong. Bras. Geol., 37. São Paulo, 1992. Anais São Paulo, SBG. v. 1 p. 371-373.

MATTOS, I. C. ARTHUR, A. C. ARTHAUD, M. H. NOGUEIRA NETO, J. A. 2007. *Geologia e geocronologia do stock granítico Serra do Barriga, Sobral (CE)*. XXII Simpósio de Geologia do Nordeste. Natal/RN, p. 176.

NASCIMENTO, D.A & GAVA 1979. *Novas considerações sobre a estratigrafia da Bacia do Jaibaras*. In SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 9. Natal. Atas... SBG. V. 7. P. 14-29.

NASCIMENTO, D.A. & GAVA, A.; PIRES, J.L.; TEIXEIRA, W. 1981. *Geologia da Folha SA-24 (Fortaleza)- Projeto RADAM*. Rio de Janeiro, MME/DNPM. V.21. p. 23-212 (Levantamento de Recursos Minerais).

NASCIMENTO, R. DA S. & GORAYEB P.S.S. (2004). *Basaltos da Suíte Parapuí, Gráben Jaibaras, Noroeste do Ceará: Caracterização, Petrografia, Geoquímica e Química Mineral*. Revista Brasileira de Geociências, 34(4): 459-468, dezembro de 2004.

NEVES, S.P. & VAUCHEZ, A. 1995A. *Successive mixing and mingling of magmas in a plutonic complex of Northeast Brazil*. Lithos, 34:275-299.

NOVAIS, F.R.G., NEVES, B. B. B., KAWASHITA, K. 1979. *Reconhecimento Cronoestratigráfico na Região noroeste do Ceará*. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE., 9, Natal, 1979. Atas... Fortaleza, SBG. 93-110.

OLIVEIRA, D.C., 2001. *Reavaliação da Evolução tectono-magmática do Graben de Jaibaras (nordeste do Brasil)*. ACTA GEOLOGICA HISPANICA, v. 36 (2001), nº 1-2, p. 53-95.

SANTOS, T.J.S., 1999. *Evolução Tectônica e Geocronológica do Extremo Noroeste da Província Borborema*. PhD unpublished thesis, Instituto de Geociências e Ciências Exatas IGCE/UNESP-Rio Claro, São Paulo., p 186.

SANTOS, T. J. S. & BRITO NEVES, B. B.1984. *A Província Borborema*. In: Fernando FLÁVIO MARQUES DE ALMEIDA; Yociteru Hasui (Org.). *O Pré-Cambriano do Brasil*. S.PAULO: EDIGAR BLUCHER, 1984, p. 123-186.

SANTOS, T. J. S., FETTER A.H., NOGUEIRA NETO, J.A., HACKSPACHER, P.C., VAN SCHMUS, R. 1988. *Geochronology and Geochemistry of the Médio Coreaú domain NW Borborema Province*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40. Belo Horizonte. Anais... SBG. P. 29.

SANTOS, T. J. S., FETTER A.H., J.A., HACKSPACHER, P.C., VAN SCHMUS, NOGUEIRA NETO, 2008. *Neoproterozoic tectonic and magmatic episodes in the NW sector of Borborema Province, NE Brazil, during assembly of Western Gondwana*. Journal of South America Earth Science., v. 25., p. 271-284. 2008.

SIAL, A. N. (1989)., *Petrologia, Geoquímica de elementos maiores, traços, Terras Raras e isótopos (Sr, O, H, S) nos batólitos de Meruoca e Mocambo, Ceará, Nordeste do Brasil*. Recife, p. 284., Tese Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco.

SIAL, A.N., FIGUEIREDO, M. C. H., LONG, L.E., 1981. *Rare-earth element geochemistry of the cambrian Meruoca and Mucambo plutons, Ceará Northeast Brazil*. Chemical Geology., 31 (3): 271-283.

STACEY, J.S., KRAMERS, J.D., 1975. *Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model*. Earth and Planetary Science Letters 26, 207-221.

STRECKEISEN, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth sci. Rev.*, **12**: 1-13.

TAVARES JR., S.S., GORAYEB, P.S.S., LAFON, J.M. 1990. *Petrografia e Geocronologia Rb-Sr do Feixe de Diques de Coreaú da borda Oeste do Granito Meruoca (CE)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA., Natal, 1990. Anais... ABG. Boletim de Resumos, p. 337.

VAN SCHMUS, W. R., BRITO NEVES, B. B., HACKSPACHER, P. C., BABINSKI, M., *U-Pb and Sm-Nd geochronologic studies of eastern Borborema Province, northeastern Brazil: initial conclusions*. *Journal of South America Earth Science*. v.8, p. 267–288. 1995.

YARDLEY, B. W. D. *An introduction to metamorphic petrology*. [S.l.]: Longman Scientific & Technical, 1994. 248 p.