**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**ESTUDO DE PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR DE SEQUÊNCIAS
NEOPROTEROZOICAS AO LONGO DO LINEAMENTO PATOS
(PROVÍNCIA BORBOREMA, NE DO BRASIL)**

John Mauricio Rico Bautista

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Helena Bezerra Maia de Hollanda

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

VERSÃO CORRIGIDA

**SÃO PAULO
2012**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

***“PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR DE SEQUÊNCIAS
NEOPROTEROZÓICAS AO LONGO DO LINEAMENTO PATOS
(PROVÍNCIA BORBOREMA, NE DO BRASIL)”***

JOHN MAURÍCIO RICO BAUTISTA

Orientador: Profa. Dra. Maria Helena Bezerra Maia de Hollanda

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA

Nome

Assinatura

Dra. Maria Helena Bezerra Maia de Holanda
(Orientador)

Dr. Miguel Angelo Stipp Basei
(GMG/IGc/USP)

Dr. Ticiano José Saraiva dos Santos
(UNICAMP)

DEDALUS - Acervo - IGC

30900031216

SÃO PAULO
2012
Versão original

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ESTUDO DE PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR DE SEQUÊNCIAS
NEOPROTEROZOICAS AO LONGO DO LINEAMENTO PATOS
(PROVÍNCIA BORBOREMA, NE DO BRASIL)**

John Mauricio Rico Bautista

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Helena Bezerra Maia de Hollanda

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica
do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo
na área de Geocronologia e Geologia Regional para obtenção
do Título do Mestre em Geociências.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

VERSÃO CORREGIDA

SÃO PAULO

2012

Ficha catalográfica preparada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação do
Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo

Rico Bautista, John Mauricio

Estudo de Proveniência Sedimentar de Sequências
Neoproterozoicas ao Longo do Lineamento Patos,
Província Borborema, NE do Brasil./ John Mauricio
Rico Bautista. - São Paulo, 2012

70 p.: il + anexos

Dissertação (Mestrado) : IGc/USP

Orient.: Bezerra Maia de Hollanda, Maria Helena

1. Grupo Seridó 2. Formação Lavras da
Mangabeira 3. Província Borborema 4. Geocronologia
5. Proveniência I. Título

***“Dedicado em memória de
meu pai Israel Rico e meu irmão Omar Rico”***

"Man finds God behind every door that does open science"
Albert Einstein 1879-1955.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus pela sonhada oportunidade de fazer o mestrado no Brasil e por ter colocado em meu caminho tanta gente que nos tratou muito bem a mim e a minha esposa, Johanna Mendez Duque. A meus irmãos Luis, Gladys e Elizabeth que sempre me apoiaram e me animaram, e a minha mãe Isbelia Bautista de Rico que sempre me incentivou a trabalhar forte em procura de meus sonhos, sempre me lembrando o valor da honestidade, responsabilidade e respeito.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Maria Helena Bezerra Maia de Hollanda por me dar a oportunidade de realizar o mestrado baixo sua orientação, sua grande ajuda profissional, excelentes conselhos e sugestões na interpretação dos dados e pela paciência em tudo momento.

Ao professor Dr. Carlos Jose Archanjo por sua colaboração e pelos comentários construtivos em campo e em todas as etapas de elaboração desta dissertação.

A toda a equipe dos laboratórios de Geocronologia (CPgeo), especialmente a Vazco Lois, Mauricio de Souza (Gaúcho), Roberto Siqueira, Walter Sprosser, por suas valiosas ajudas nas etapas de preparação, análise, interpretação isotópica dos resultados, além da solução de problemas técnicos.

Ao professor Dr. Daniel Atencio pela revisão do texto e colaboração na descrição petrográfica.

Ao professor Dr. André Oliveira Sawakuchi, agradeço principalmente por sua amizade, e por ter nos recebido a mim e a Johanna quase que como filhos, nos oferecendo sua hospitalidade e ajuda incondicional a todo instante. Seremos gratos a ele pelo resto de nossas vidas.

À Ilana Fichberg pelo apoio desde o primeiro momento no Brasil e pela amizade e incondicional ajuda.

Ao Instituto de Geociências e a CAPES pelo apoio financeiro por ter possibilitado a realização desta pesquisa.

Ao Leonardo Pressi pela sua ajuda sincera amizade e colaboração em tudo momento.

Aos meus amigos Omar Camilo Montenegro e Alba Suárez pela confiança depositada em mim na execução deste projeto.

Aos parceiros Oscar Romero e Felipe Lamus, por serem bons amigos e também por serem “*tan lámparas*”.

A meu parceiro de campo Luis Gustavo Viegas pela amizade, apoio na primera etapa de campo e sua multiples conselhos profissionais e colaborações.

A minha melhor amiga Geane Carolina Cavalcante por sua constante ajuda na revisão de textos, amizade, confiança e bom momentos compartilhados.

A minha amiga Claudia Tokashiki por sua valiosa colaboracao na preparação das amostras e revisão dos textos da tese, e pela amizade.

Aos meus companheiros de sala Bernardo e Vinicius por sua companhia e inumerables dicas e conselhos. A Donald Emmanuel Ngonge por sua colaboração na revisão dos textos da tese e conselhos.

Aos amigos do bloco, Eduardo Sartori, Angela Meira, Felipe Meira, Andréia Beleque, Nívea Magalhães e Nazaré Almeida pelo apoio, amizade e bons momentos compartilhados.

A minha esposa Johanna Mendez Duque por sua valiosa e incansável companhia, sua grande paciência, seu constante ânimo, e o amor incondicional que me deu a mim durante todos estes anos e em especial o tempo no Brasil. Por seus valiosos e innumeraveis conselhos profissionais e grande colaboração durante a elaboração desta dissertação, e por não me deixar desistir em nenhum momento e alegrar minha vida sempre.

Finalmente e não menos importante, a minha amada filha Anna Isabella que está a caminho de alegrar ainda mais minha vida.

Se me esqueci de alguém, por favor me desculpe.

SUMARIO

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	1
1.3 OBJETIVO E JUSTIFICATIVA	2

CAPÍTULO 2

2.1 METODOLOGIAS UTILIZADAS	5
2.2 GEOCRONOLOGIA Sm/Nd.....	5
2.3 GEOCRONOLOGIA U/Pb	8
2.4 Tratamento Estatístico de Dados U/Pb por LA- ICP-MS.....	10

CAPÍTULO 3

3.1 INTRODUÇÃO	14
3.2 GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO	15
3.2.1 Complexo Granjeiro.....	17
3.2.2. Sequência Supracrustal Lavras da Mangabeira	17
3.2.3 O Grupo Seridó e seu Embasamento	18
3.2.4. Sucessões Sedimentares Eo-Paleozoicas	20
3.2.4.1. <i>Bacia de Iara</i>	21
3.2.4.2. <i>Bacia de Barro</i>	22

CAPÍTULO 4

4.1 INTRODUÇÃO	24
4.2 RESULTADOS Sm/Nd.....	24
4.3 RESULTADOS U/Pb in situ	26
4.3.1 Complexo Granjeiro.....	26
4.3.1.1 <i>Ortognaisse LM-3</i>	26
4.3.1.2 <i>Ortognaisse JMR-1A</i>	27
4.3.1.3 <i>Anfibolito LM-2</i>	30
4.3.2 Sequência Metasedimentar Lavras da Mangabeira.....	31

4.3.2.1 Metaconglomerado JMR-3.....	31
4.3.2.2 Quartzito JMR-2.....	33
4.3.2.3 Biotita Xisto PT-10	34
4.3.3 Sequência Metasedimentar Seridó	36
4.3.3.1 Paragnaisse JMR-12	38
4.3.3.2 Quartzitos JMR-8 e JMR-11	40
4.3.4 Bacias Paleozoicas	44
4.3.4.1 Arenito JMR-4 (Bacia de Iara)	44
4.3.4.2 Arenito JMR-5 (Bacia de Barro)	46

CAPÍTULO 5

5.1 PROVENIÊNCIA DO GRUPO SERIDÓ	49
5.2 CORRELAÇÃO ENTRE AS SEQUÊNCIAS METASEDIMENTARES ESTUDADAS E O GRUPO SERIDÓ	50
5.3 ORIGEM PARA AS PROVÁVEIS FONTES DO GRUPO SERIDÓ	51
5.4 A TRANSIÇÃO NEOPROTEROZOICO-PALEOZOICO	53
5.5 CONCLUSÕES	54
Referências bibliográficas.....	56

Anexos

SUMARIO DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1. Mapa tectônico da Província Borborema	2
Figura 1.2. Mapa geológico das áreas de estudo mostrando as zonas de cisalhamento e as unidades litológicas estudadas e a localização, das amostras coletadas.....	4

CAPÍTULO 2

Figura 2.1. Gráficos de “brancos”, “padrões” e “razões” obtidos no tratamento estatístico pelo pacote R®.	12
Figura 2.2. Diagramas Concórdia e histograma gerado pelo pacote R®	13

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Compartimentação do setor norte da Província Borborema	16
Figura 3.2. Aspecto de campo dos afloramentos amostrados para análise de proveniência U/Pb in situ na região de Coremas e Lavras da Mangabeira.	21
Figura 3.3 Aspecto de campo dos afloramentos das bacias eo-paleozoicas estudadas para análise U/Pb in situ.	23

CAPÍTULO 4

Figura 4.1. Diagrama de evolução ϵNd versus tempo.....	25
Figura 4.2. Imagens de luz transmitida (A) e de catodoluminescência (B) dos zircões do ortogneisse LM-3.	27
Figura 4.3. Diagramas Concórdia para o ortogneisse LM-3.....	28
Figura 4.4. Imagens de luz transmitida e catodoluminescência das populações de zircões do ortogneisse JMR-1A.	29
Figura 4.5. Diagrama Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o ortogneisse JMR-1A mostrando.....	29
Figura 4.6. Imagens de luz transmitida (A) e de catodoluminescência (B) dos zircões do anfibolito LM-2.	30
Figura 4.7. Diagramas Concórdia para o anfibolito LM-2	31

Figura 4.8. Imagens de catodoluminescência (A a E) dos zircões do metaconglomerado JMR-3.	32
Figura 4.9. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o metaconglomerado JMR-3	33
Figura 4.10. Imagens de catodoluminescência (A a E) dos zircões do quartzito JMR-2.....	35
Figura 4.11. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o quartzito JMR-2	36
Figura 4.12. Imagens de catodoluminescência (A a F) dos zircões do biotita xisto PT-10.....	37
Figura 4.13. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o biotita xisto PT-10.....	38
Figura 4.14. Imagens de catodoluminescência (A a D) dos zircões do paragnaisse JMR-12.....	39
Figura 4.15. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o paragnaisse JMR-12	40
Figura 4.16. Imagens de catodoluminescência (A a D) dos zircões dos quartzitos JMR-8 e JMR-11.	42
Figura 4.17. Imagens de catodoluminescência (A a D) dos zircões dos quartzitos JMR-11.	43
Figura 4.18. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para os quartzitos JMR-8 e JMR-11:	44
Figura 4.19. Imagens de catodoluminescência (A a D) dos zircões do arenito JMR-4.	45
Figura 4.20. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o arenito JMR-4	46
Figura 4.21. Imagens de catodoluminescência (A a D) dos zircões do arenito JMR-5.	47
Figura 4.22. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o arenito JMR-5	48

CAPÍTULO 5

Figura 5.1. Correlação dos padrões de proveniência sedimentar entre as sequências Cajazeiras-Coremas, Lavras da Mangabeira e bacias eo-paleozoicas.	55
--	----

SUMARIO DE TABELAS

Tabela 1. Amostras coletadas nos Estados de Paraíba e Ceará para análises isotópicas Sm-Nd e U-Pb.....	7
--	---

RESUMO

A Província Borborema corresponde a um domínio crustal localizado no nordeste do Brasil, cuja configuração tectônica é resultado da acreção de blocos crustais ao longo de zonas de cisalhamento. Dentre essas zonas destaca-se a de Patos, que corresponderia a uma das principais suturas originadas do Ciclo Brasileiro. Essa estrutura é caracterizada pela presença de milonitos diversos e ortognaisses migmatíticos com direção predominante E-W, mas também inclui a ocorrência de rochas supracrustais conhecidas regionalmente como a Formação Lavras da Mangabeira e uma sequência que ocorre na região de Cajazeiras-Coremas (PB) que é interpretada como análoga ao Grupo Seridó. A sul desta zona de cisalhamento localizam-se algumas bacias eo-paleozoicas dentre as quais as de Iara e Barro, depositadas sobre metapelitos neoproterozoicos do Grupo Cachoeirinha. A sequência de embasamento na área de estudo é denominada Complexo Granjeiro. Apresenta uma grande variedade composicional, incluindo ortognaisses, biotita gnaisses parcialmente migmatizados e rochas máficas e meta-ultramáficas. As idades modelo t_{DM} em ortognaisses deste complexo variam entre 2,7 e 2,6 Ga enquanto que as idades de cristalização (U/Pb em zircão) definem um intervalo entre c. 3,1 - 2,35 Ga, incluindo neste conjunto os resultados de anfibolitos. Repousando em discordância sobre o embasamento encontra-se os metasedimentos da Formação Lavras da Mangabeira. Compreende metaconglomerados e quartzitos na base, passando ao topo para micaxistos e filitos. Os metaconglomerados e quartzitos apresentam assinaturas de proveniência com idades modelo t_{DM} entre 2,7 - 2,5 Ga, e padrões de proveniência U/Pb em zircão detrítico definidos por populações de idades entre c. 3,4 e 2,0 Ga, com pico principal em c. 2,2 Ga. Por outro lado, os zircões das litologias metapelíticas exibem idades U/Pb predominantemente neoproterozoicas entre 1,1 - 0,55 Ga, com picos máximos de proveniência em c. 0,65 e c. 0,73 Ga. O Grupo Seridó na área de estudo é definido como em sua área-tipo na Faixa Seridó, incluindo os paragnaisses e mármore da Formação Jucurutu, quartzitos da Formação Equador e os metaturbiditos da Formação Seridó. Nos paragnaisses os zircões detríticos forneceram idades entre 1,1 - 0,6 Ga, incluindo contribuições menores de populações paleoproterozoicas e arqueana. Ao contrário, os quartzitos da Formação Equador apresentam idades modelo t_{DM} entre 2,7 e 2,5 Ga, com zircões detríticos mostraram idades paleoproterozoicas a arqueanas, similares àquelas obtidas na sequência basal da Formação Lavras da Mangabeira. Esse padrão de proveniência é fortemente sugestivo de que as rochas metasedimentares estudadas (Lavras da Mangabeira e a sequência Cajazeiras-Coremas) devam fazer parte de uma única bacia que, juntamente com o Grupo Seridó na sua área-tipo, tenha sido desmembrada pelo deslocamento transcorrente da Zona de Cisalhamento Patos. Os arenitos arcossianos das bacias eo-paleozoicas, por sua vez, apresentam populações de zircões neoproterozoicos, mas também com aportes de zircões paleoproterozoicos e arqueanos. Esses resultados

indicam que as bacias podem ter sido preenchidas por fontes diversas ou mesmo por sedimentos provenientes da erosão das sequências metasedimentares neoproterozoicas, mais antigas. A presença de zircões mais jovens que c. 0,62 Ga indica a participação de rochas ígneas brasileiras também como fonte para a sedimentação dessas bacias.

ABSTRACT

The Borborema Province is a crustal domain located in northeastern Brazil, with a tectonic configuration that resulted from the accretion of crustal blocks along shear zones. The Patos Shear Zone, among the important ones, is one of the main sutures produced by the Brazilian Cycle. This structure is characterized by the presence of E-W-trending diverse milonites and migmatitic orthogneisses, including the regionally known Lavras da Mangabeira supercrustal formation and a sequence in the Cajazeiras-Coremas (PB) region considered as analogous to the Seridó Group. At the south of this shear zone are localized some Eo-Paleozoic basins such as the Lara and Barro, deposited on Neoproterozoic metapelites of the Cachoeirinha Group. The basement sequence of the area studied is called the Granjeiro Complex. It has a varied composition of orthogneisses, partially migmatized biotite gneisses and mafic and ultramafic rocks. Model T_{DM} ages in orthogneisses of this complex varies between 2,7 and 2,6 Ga while the crystallization ages (U/Pb in zircon) define an interval between c. 3,1 and 2,35 Ga, including the results from amphibolites. Metasediments of the Lavras da Mangabeira Formation are discordant on the basement. It comprises of metaconglomerates and quartzites at the base and micaschists and phyllites at the top. The metaconglomerates and quartzites have provenance signatures with model T_{DM} ages between 2,7 - 2,5 Ga, and U/Pb in detritic zircon provenance model defined by populations with ages between c. 3,4 and 2,0 Ga, with main peak at c. 2,2 Ga. The zircons from the metapelitic lithologies show U/Pb ages dominantly Neoproterozoic between 1,1 - 0,55 Ga, with maximum peaks of provenance at c. 0,65 and c. 0,73 Ga.

The Seridó Group in the studied area is defined as an area-type in the Seridó Belt, including paragneisses and marbles of the Jucurutu Formation, quartzites from the Equador Formation and the metaturbidites of the Seridó Formation. Detritic zircons in the paragneisses give ages between 1,1 - 0,6 Ga, including minor contributions from the Archean and Paleoproterozoic populations. On the contrary, the the quartzites from the Equador Formation give model TDM ages between 2,7 e 2,5 Ga, with detritic zircons having Archean to Paleoproterozoic ages similar to those obtained in the basal sequence of the Lavras da Mangabeira Formation. This provenance model is strongly suggestive in the fact that the studied metasedimentary rocks (Lavras da Mangabeira and the Cajazeiras-Coremas sequence) are supposed to be part of a unique basin which together with the Seridó Group in its area-type, was isolated by the transcurrent deslocation of the Patos Shear Zone.

On the other hand, the arkosic sandstones of the Eo-Paleozoic basins have Neoproterozoic zircon populations with Archean and Paleoproterozoic contributions. These results indicate that the basins could have been filled by sediments of diverse sources or from the erosion of the older Neoproterozoic metasediments. The presence of zircons younger than c. 0,62 Ga

indicate a participation of igneous rocks of the Brazilian orogeny which also is the source of the sediments of these basins.

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

O conhecimento atual sobre a história evolutiva da Província Borborema como uma entidade geológica neoproterozoica resulta de um acervo significativo de dados cartográficos (com ênfase na definição de padrões estruturais e empilhamento estratigráfico), estudos petrológicos e levantamentos geofísicos. Apesar do reconhecido avanço em geocronologia no Brasil, alavancado nos últimos anos, são ainda de caráter pontual os dados existentes para as unidades geológicas que constituem essa importante província.

As primeiras tentativas de separar a Província Borborema em sub-unidades tectônicas tiveram como base o conceito de domínios estruturais, aos quais já estão hoje incorporadas informações geocronológicas precisas. Assim sendo, os grandes domínios tectônicos - Setentrional, Central, Meridional - propostos e discutidos em Santos *et al.* (1997, 2000) e Brito Neves *et al.* (2000), bem como em diversas outras referências anteriores, representam um modelo de compartimentação consolidado para a província. Muito ainda precisa ser feito quando o foco passa aos setores internos de cada domínio, com suas evoluções particulares no tempo e espaço. Nesse sentido, uma das questões mais básicas do ponto de vista geológico é reconhecer a extensão lateral das unidades litoestratigráficas regionais dentro desses domínios. É nesse aspecto que a geocronologia tem potencial para contribuir, quando as observações diretas de campo são prejudicadas face ao grau de tectonismo, má exposição ou registro pouco preservado dos objetos de interesse.

Essa dissertação de Mestrado tem por objetivo trazer um conjunto de dados geocronológicos (Sm/Nd e U/Pb) obtidos em rochas metasedimentares que afloram no domínio Setentrional da Província Borborema, aqui usados como ferramenta de correlação litoestratigráfica lateral. A comparação é feita com base nos padrões de proveniência observados para cada uma das sucessões estudadas, e os resultados discutidos à luz do contexto geodinâmico regional atualmente reconhecido para esse setor da província.

1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área está localizada na região nordeste do Brasil, circunscrita entre os meridianos 37°30'W e 39°30'W e os paralelos 6°15'S e 7°20'S. Geologicamente, está dentro dos limites da Província Borborema, englobando a parte centro-ocidental da Zona de Cisalhamento Patos (Figura 1.1). Essa estrutura corresponde a uma zona de transcorrência dúctil de direção E-W, com cinemática destal, tendo aproximadamente 450 km de comprimento desde a costa leste até a Bacia do Araripe, e largura variando entre 20-30 km. Sua ocorrência em campo é marcada pela presença de milonitos de alta e baixa temperatura,

além de migmatitos, desenvolvidos essencialmente em rochas supracrustais (quartzitos, xistos) e ortognaisses, os quais marcam o limite entre o domínio Rio Grande do Norte, a norte, e os vários terrenos que caracterizam a Zona Transversal, a sul (Vauchez *et al.*, 1995).

Figura 1.1. Mapa tectônico da Província Borborema. Abreviações: Zona de Cisalhamento Patos (ZCPT); Zona de Cisalhamento Pernambuco (ZCPE); Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP); Zona de Cisalhamento Tatajuba (ZCTt); Zona de Cisalhamento Portalegre (ZCPo); Zona de Cisalhamento Sobral (ZCS); Zona de Cisalhamento Taúa (ZCT); Bacia do Parnaíba (BPa); Bacia do Araripe (BAr). O quadrado vermelho identifica a área de estudo. Adaptado de STRM 28_13, 26_14, 29_13, 29_14, 30_14.

1.3 OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

O objetivo principal desta dissertação de Mestrado é estabelecer a assinatura de proveniência das rochas metassedimentares (quartzitos, paragnaisses, xistos) que ocorrem ao longo da Zona de Cisalhamento Patos, entre as cidades de Cajazeiras e Coremas

(Paraíba - PB), bem como daquelas que afloram na região de entorno da cidade de Lavras da Mangabeira (Ceará - CE) (Figura 1.2). Para atingir esse objetivo utilizou-se ferramentas metodológicas em Geologia Isotópica que consistiram em idades modelo Sm/Nd (t_{DM}) e idades U/Pb *in situ* em zircão pela técnica LA-ICP-MS, as quais vêm sendo amplamente aplicadas em estudos de sequências metasedimentares antigas.

A justificativa para a presente abordagem esteve embasada na possibilidade de comparar a assinatura de proveniência das unidades metasedimentares estudadas ao longo do lineamento Patos com o padrão hoje reconhecido para as unidades do Grupo Seridó – Formações Jucurutu, Equador e Seridó, na região do Seridó (RN-PB). A comparação é especialmente importante para fins de correlação litoestratigráfica entre essas unidades visto que as mesmas encontram-se separadas por dezenas de quilômetros e seus contatos originais fortemente afetados por diferentes graus de milonitização. Ainda, os resultados permitirão discutir aspectos quanto a reconstrução paleogeográfica da paleobacia Seridó, buscando entender o papel da Zona de Cisalhamento Patos em condicionar a atual configuração espacial desta bacia.

Figura 1.2. Mapa geológico das áreas de estudo mostrando as zonas de cisalhamento e as unidades litológicas estudadas e a localização, das amostras coletadas. Adaptado da Folha SB.24-Z Jaguaribe-SE e Folha SB.24-Y Jaguaribe-SW. Escala 1:500000. CPRM, 2000.

CAPÍTULO 2

2.1 METODOLOGIAS UTILIZADAS

As atividades realizadas no âmbito deste projeto de Mestrado incluíram o reconhecimento regional da geologia da área, coleta de amostras, análises isotópicas pelos métodos Sm/Nd e U/Pb *in situ*, tratamento estatístico de dados. O trabalho de campo teve duração de sete dias, conduzido com base nos mapas geológicos da CPRM (Folha Souza 1:250.000; folhas Jaguaribe Leste e Jaguaribe Oeste, ambas em escala 1:500.000). Para o método Sm/Nd buscou-se coletar, na medida do possível, amostras com grau incipiente de alteração intempérica; no caso dos metapelitos de maior grau metamórfico, foi priorizada a coleta de amostras em níveis com menor concentração de granada para evitar qualquer influência maior deste mineral nos valores das razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ em rocha-total.

Para o método U/Pb a coleta foi feita em todas as unidades de interesse. Somente os metapelitos ao longo da Zona de Cisalhamento Patos (entre Cajazeiras-Coremas, PB) não forneceram material suficiente para o estudo, motivo pelo qual o padrão de proveniência desta unidade não está incluído neste trabalho.

Na Tabela 1 estão listadas as localizações das amostras coletadas e a sua distribuição está ilustrada no mapa da Figura 1.2

2.2 GEOCRONOLOGIA Sm/Nd

Sm e Nd são elementos do grupo dos Elementos Terras Raras (leves) apresentando características comuns que incluem o número de valência (+3) e a dimensão de seus raios iônicos (0,96Å e 1Å, respectivamente), o que lhes confere comportamentos geoquímicos similares. O decaimento de um dos isótopos radioativos de Sm (^{147}Sm) para o isótopo radiogênico ^{143}Nd ocorre por emissão de uma partícula α , a uma meia-vida de 106 Ga e constante λ de $6,54 \cdot 10^{-12} \text{ ano}^{-1}$, permitindo a aplicação do método como ferramenta para datação de rochas antigas. No entanto, a contribuição mais significativa do método Sm/Nd tem sido a discriminação de rochas-fonte de magmas de origem crustal ou manto-derivados, fundamentada no parâmetro ϵ_{Nd} . Não menos importante é a utilização da idade modelo T_{DM} que pode ser interpretada como a idade em que magma e fonte se diferenciaram, para casos em que a idade de cristalização se aproxima do valor T_{DM} calculado, ou ainda como uma estimativa da idade da fonte quando a idade de cristalização do magma é significativamente mais jovem que a idade T_{DM} (Arndt & Goldstein, 1987). O cálculo da idade modelo T_{DM} é definido pela equação [1]:

$$T_{DM} = \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{\left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{Amostra}} - \left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{DM}}{\left(\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{Amostra}} - \left(\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{DM}} + 1 \right], \text{ Onde } \left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{DM} = 0.513144 \quad [1]$$

$$\text{e } \left(\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{DM} = 0.222$$

A representação gráfica de dados isotópicos Sm/Nd é normalmente feita em um diagrama binário que relaciona **tempo** e a razão radiogênica $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ normalizada para o valor estimado desta razão para o reservatório 'manto condrítico' (CHUR), conforme a equação [2]. Nesse gráfico é também representada a curva de evolução de Nd estabelecida para o 'manto empobrecido' (DM), como proposto por [De Paolo & Wasserburg \(1976\)](#). A união entre o valor de $\epsilon_{\text{Nd}} \text{ hoje } (t = 0)$ e o valor de ϵ_{Nd} calculado para o tempo t de cristalização (a partir da equação [2]) definirá a reta de evolução isotópica de Nd na amostra, cuja inclinação é fortemente controlada pela razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ medida na amostra. A interseção da reta na curva DM e seu prolongamento até o eixo t fornecerá a idade-modelo t_{DM} .

$$\epsilon_{\text{Nd}}(t) = \left[\frac{\left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{Amostra}} - \left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{CHUR}}{\left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{CHUR}} - 1 \right] * 10^4, \text{ Onde } \left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{CHUR} = 0.512638 \quad [2]$$

Neste trabalho o método Sm/Nd foi utilizado para caracterizar o padrão de proveniência das rochas metasedimentares de interesse a partir da interpretação das idades t_{DM} como valores mistos indicativos de contribuições de fontes com idades e proporções distintas durante a deposição. Com base nos resultados dessa primeira aproximação foram selecionadas as amostras para análise U/Pb *in situ* nos zircões detriticos para quantificar a proporção de contribuição das diferentes fontes identificadas.

A preparação das amostras (rocha total) para análise Sm/Nd envolveu sua fragmentação inicial em um pilão de aço para tamanhos de aproximadamente 0,5 cm. Os fragmentos foram pulverizados em um moinho de anéis com revestimento de tungstênio durante um tempo médio de 2-3 minutos que foi regulado em função da quantidade e dureza do material trabalhado.

O procedimento de cromatografia de troca iônica com diluição isotópica foi realizado conforme a rotina descrita em [Petronilho \(2009; modificado de Sato *et al.*, 1995\)](#). Cerca de 100 mg de cada amostra pulverizada foram cuidadosamente pesados e postos para dissolver em meio ácido (HF:HNO₃ 3:1), com temperatura e tempo controlados. Às amostras foram adicionadas quantidades conhecidas de um traçador misto ^{149}Sm - ^{150}Nd , como premissa da técnica de diluição isotópica. A separação dos elementos terras raras da matriz

COORDENADAS					
AMOSTRA	LESTE	NORTE	ALTITUDE (metros)	LITOLOGIA	LOCALIDADE
<i>Complexo Granjeiro</i>					
JMR1A	508518	9253606	284	Biotita Ortognaisse	Lavras da Mangabeira (CE)
JMR1B	508403	9253635	286	Biotita Ortognaisse	Lavras da Mangabeira (CE)
LM2	486534	9253122	288	Ortognaisse	Mangabeira (CE)
LM3	529148	9242040	321	Anfibolito	Ipaumirim (CE)
<i>Sequência Metasedimentar Lavras da Mangabeira</i>					
JMR3	504321	9258954	239	Muscovita Quartzito	Lavras da Mangabeira (CE)
JMR2	507129	9258147	237	Muscovita Quartzito	Lavras da Mangabeira (CE)
PT10	504126	9255054	260	Biotita Xisto	Lavras da Mangabeira (CE)
<i>Sequência Metasedimentar Seridó (Região entre Cajazeiras e Coremas-PB)</i>					
<i>Formação Jucurutu</i>					
JMR12	612829	9224050	235	Granada Biotita Xisto	Coremas (PB)
<i>Formação Equador</i>					
JMR8	560496	9227216	369	Muscovita-Quartzito	Engenheiro Ávidos (PB)
JMR9	560169	9227694	335	Muscovita-Quartzito	Engenheiro Ávidos (PB)
JMR11	612213	9223643	234	Muscovita-Quartzito	Coremas (PB)
<i>Formação Seridó</i>					
JMR10	614537	9222860	251	Biotita Xisto	Coremas (PB)
<i>Bacias Paleozoicas</i>					
<i>Bacia de Iara</i>					
JMR4	523864	9219259	373	Arenito Lítico	Iara (PB)
<i>Bacia de Barro</i>					
JMR5	524111	9206408	382	Arenito Arcosiano	Barro (PB)

Tabela 1. Amostras coletadas nos Estados de Paraíba e Ceará para análises isotópicas Sm-Nd e U-Pb.
Sistema de coordenadas WGS84 – UTM Zona 24 S. Falso Norte 500.000, Falso Oeste 10.000.000. Meridiano Central 39 W.

foi feita em uma coluna primária empacotada com aproximadamente 250 ml de resina RE-Spec, através de sucessivas etapas de eluição. A alíquota contendo esses elementos passou por nova etapa cromatográfica, onde Sm e Nd foram separados dos demais elementos terras raras; o procedimento foi feito em uma coluna secundária empacotada com resina LN-Spec. Sm e Nd foram coletados em alíquotas separadas e depositados em filamentos de tungstênio para análise por espectrometria de massa de ionização termal (TIMS). As concentrações e razões isotópicas Sm/Nd estão listadas na Tabela 2 (Ver ANEXO 1).

2.3 GEOCRONOLOGIA U/Pb

Esse método está fundamentado no decaimento por emissão α e β dos isótopos radioativos ^{238}U ($t_{1/2} = 4,468 \cdot 10^9$ anos; $\lambda_{238} = 1,55125 \cdot 10^{-10}$) e ^{235}U ($t_{1/2} = 0,704 \cdot 10^9$ anos; $\lambda_{235} = 9,84485 \cdot 10^{-10}$) para os isótopos radiogênicos ^{206}Pb e ^{207}Pb , respectivamente, as oferecendo dois importantes cronômetros independentes. O método é especialmente aplicado na datação de zircão (ZrSiO_4) dada a fácil substituição do íon Zr^{4+} (radio iônico de 0,87 Å) pelos íons U^{4+} (1,05 Å) e Th^{4+} (1,10 Å) na estrutura do mineral, muito embora outros minerais também sejam amplamente considerados na geocronologia U/Pb (badeleita, titanita, monazita, rutilo). As equações [3] e [4] ilustramos parâmetros relacionados para o cálculo de idades U/Pb.

$$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}} = (e^{\lambda_{235}t} - 1) \quad [3]$$

$$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}} = (e^{\lambda_{238}t} - 1) \quad [4]$$

As equações acima estão relacionadas na Curva Concórdia definida por Wetherill (1956) que representa um arranjo geométrico onde as razões (ou idades) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ em um sistema mineral permaneceram proporcionalmente equivalentes para um determinado tempo t , ou seja, concordantes. A obtenção de idades concordantes em zircão tem sido facilitada com o desenvolvimento de técnicas analíticas pontuais em geocronologia U/Pb, donde destacam-se LA-ICP-MS e SHRIMP. Essas técnicas priorizam o conhecimento prévio da estrutura interna do zircão permitindo reconhecer história simples (crescimento ígneo contínuo, recristalização completa) ou multifásica (crescimento ígneo - recristalização parcial tardi- e pós-magmática, núcleos herdados, metamitização, p. ex.) em escala micrométrica.

Em geocronologia U/Pb o uso da técnica de imageamento por catodoluminescência tem auxiliado na caracterização da história de crescimento registrada no mineral. O princípio

baseia-se na resposta de luminescência emitida por um mineral quando é excitado por um feixe de elétrons primários de alta energia ($> 20 \text{ KeV}$) gerado por um tubo catodo. O feixe de elétrons impacta sobre a superfície da amostra (que se comporta como um semiconductor) transferindo energia para a estrutura cristalina do mineral, causando uma imediata retrodispersão de elétrons (*backscattering*). A energia dos elétrons primários e retroespalhados pode ser transferida como calor (temperaturas de até 600°C - 700°C) e raios-X, gerando elétrons secundários. Estes elétrons são fótons que apresentam um espectro de energia de vários eV, que pode ser visto no campo visível do espectro eletromagnético refletindo a imagem do mineral analisado (Nasdala *et al.*, 2003).

As diferenças em tons de cinza típicas de imagens de catodoluminescência refletem variações composicionais (normais e 'anômalas') relacionadas à presença de íons terras raras^{2+,3+}, Hf^{4+} , Pb^{2+} , Th^{4+} e U^{4+} quando comparados diferentes setores no grão. Por exemplo, o zonamento oscilatório ígneo tipicamente observado em zircão indica variações na concentração desses íons, interpretadas como mudanças composicionais na interface cristal-magma devido o estado de oxidação e taxa local de difusão-cristalização (Koppel e Sommerauer, 1974; Corfu *et al.*, 2003). Também, durante eventos metamórficos a recristalização expressa-se regularmente por altos níveis de luminescência (baixo U), enquanto que processos hidrotermais tendem estar relacionados a altas concentrações de U e, por tanto, baixa luminiscência (Nasdala *et al.*, 2003).

O procedimento prévio à análise U/Pb in situ adotado neste trabalho iniciou com a separação mecânica do zircão a partir da rocha total ao longo de em várias etapas que incluem britagem, peneiramento, separação magnética e por densidade, e purificação em lupa binocular. A primeira etapa consistiu em preparar a amostra em um britador de mandíbulas utilizando-se uma quantidade aproximada de 5 kg, e reduzindo-se a amostra até aproximadamente 1 cm. Uma fração mais fina foi obtida em moinho de disco para que o material possa ser, a seguir, peneirado em um conjunto composto por malhas de 60, 100 e 250 mesh. A fração de 100 e 250 mesh foi depositada em uma mesa vibratória tipo Wiffley com objetivo de separar, por fluxo aquoso, os minerais leves (quartzo, feldspatos, micas) dos minerais pesados (anfíbólios, piroxênios, granada, monazita, rutilo, zircão, apatita, magnetita, ilmentita, etc.). A fração de minerais pesados foi submetida à separação magnética inicial com um ímã de mão e, em seguida, em um equipamento tipo Frantz® com controle na regulagem da inclinação da calha e amperagem da corrente. A intenção foi obter um concentrado mais puro possível de zircão. A etapa final de purificação foi feita utilizando-se líquidos densos, bromofórmio -densidade $2,82 \text{ g/cm}^3$ e iodeto de metileno - densidade $3,32 \text{ g/cm}^3$ (Loios., 2009).

Cerca de 200-300 grãos de zircão foram selecionados para montagem em discos de resina epoxy (2,5 cm diâmetro e 0,5 cm de altura) o qual foi, em seguida, polido até aproximadamente a metade dos grãos para expor sua estrutura interna. As imagens de catodoluminescência desses grãos foram tomadas em microscópio eletrônico de varredura FEI Quanta 250, com detector de catodoluminescência CENTAURUS. As análises isotópicas foram realizadas em um ICP-MS multicoletor Neptune (Thermo Scientific) com laser *Excimer* Ar-F (193nm) com 5mJ/cm² e frequência de 6 Hz, e diâmetro do *spot* de 29 µm. As intensidades das massas isotópicas de ²⁰²Hg, ²⁰⁴Pb comum, ²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb, ²⁰⁸Pb e ²³⁸U foram adquiridos em 50 ciclos de 1 segundo, obedecendo uma sequência de 2 brancos, 3 análises do padrão internacional GJ-1 (idade média de 601 ± 3,5 Ma), 13 análises pontuais de amostras, 2 brancos e 2 padrões. Para maiores detalhes sobre o procedimento analítico rotineirizado no CPGeo para datação U/Pb em zircões detríticos ver [Sato et al.\(2009\)](#).

2.4 Tratamento Estatístico de Dados U/Pb por LA- ICP-MS

Os dados U/Pb in situ obtidos por LA-ICP-MS incorporam alguns erros sistemáticos e instrumentais que devem ser eliminados ou atenuados por meio de uma avaliação matemática e estatística prévia. Nessa dissertação o tratamento dos dados U/Pb foi feito usando um software desenvolvido em linguagem *Python*, o qual utiliza as ferramentas estatísticas e gráficas do software **R**® para avaliação do comportamento de brancos e padrões durante o procedimento. Esse programa foi desenvolvido no CPGeo pelo técnico Roberto Siqueira, estando disponível gratuitamente no link <http://10.44.5.171/wiki/TratamentoDeDadosICPMS>. A seguir, é apresentado breve resumo das etapas envolvidas no processo de tratamento dos dados, comentados com base na [Figura 2.1](#). Os resultados tratados foram manipulados no pacote *Isoplot 4.1* ([Ludwig, 2003](#)) para apresentação dos gráficos Concórdia e histogramas de densidade de probabilidade.

1. A calibração dos **brancos e padrões** em cada um dos isótopos ²⁰²Hg, ²⁰⁴Pb, ²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb, ²⁰⁸Pb, ²³²Th e ²³⁸U é feita por meio da eliminação dos "outliers" presentes nos dados brutos (cor verde), usando a função **mediana móvel (runmed)** do programa **R**®. O resultado corrigido é destacado em cor preta. Além disso, pode ser visualizado em cor azul as regressões lineares ou exponenciais obtidas com a ferramenta **lm de R**® ([Figura 2.1A](#)).

2. No gráfico dos padrões é possível observar a variação do sinal à medida que o laser penetra no grão, no intervalo de tempo decorrido entre os 50 ciclos feitos a cada *spot*, além do efeito da subtração do Hg (presente no gás de arraste) e do Pb comum (eventualmente presente na amostra; inferido via equação de ([Stacey and Kramers, 1975](#)) ([Figura 2.1B](#)).

3. Dos valores corrigidos nos brancos e padrões, procede-se a extração aritmética do Padrão os quantidades isotópicas corrigidas nos brancos assim (Padrões - Brancos). Depois procede-se a calcular as razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$, onde em cada gráfico as 50 repetições encontra-se protadas sem a compensação do fracionamento e com compensação ao fracionamento. No grafico apresenta-se uma curva gaussiana horizontal, feita com a função **density de R®**, cuja media representa a idade isotópica compensada ao fracionamento para cada razão isotópica. (Figuras 2.1C, D).

4. O mesmo tratamento mencionado no item 3, acima, é realizado para todas as análises (grãos) em cada amostra. Cada análise é então plotada em um diagrama Concórdia individual (Figura 2.2A,B), com os 50 ciclos (repetições) representados por curvas de isovalores (cor verde) traçadas com a finalidade de gerar a elipse de confiança (com a função **ellipse do pacote R®**; cor púrpura), em vez de apenas utilizar as covariâncias obtidas das razões $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, como se faz no Isoplot® (Figura 2.2B). Posteriormente é construído um histograma de densidade de probabilidade, com curvas gaussianas para cada uma das diferentes razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ (Figura 2.2C). Finalmente, toda a informação analítica é gerada em formato texto para ser importada para o Excel®.

Figura 2.1. Gráficos de “brancos”, “padrões” e “razões” obtidos no tratamento estatístico pelo pacote R®. **(A) BRANCOS:** Observa-se em cor verde os dados brutos para cada isótopo, os quais depois de serem corrigidos ficam na cor preta. As barras em vermelho indicam o desvio padrão e a linhas azuis representam as regressões feitas com os dados já corrigidos. **(B) PADRÕES:** Pode-se observar que as maiores correções são feitas no ^{202}Hg , ^{204}Pb ; como o ^{208}Pb é muito ruidoso, ele é calculado sinteticamente a partir de ^{206}Pb e ^{207}Pb . **(C) e (D) RAZÕES:** Pode-se observar em cada uma das razões que o conjunto de dados, depois de serem corrigidos o seu fracionamento e a sua intensidade (pelos valores do padrão), transforma-se na linha azul claro (melhor resolução em $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$). O último diagrama de baixo plota todas as razões em unidades de idade (Ma), para fins de comparação.

Figura 2.2. Diagramas Concórdia e histograma gerado pelo pacote R®; (B) Pode-se observar a 'trilha' obtida a partir dos 50 ciclos em uma análise (linha cor púrpura), e as linhas de isovalores (cor verde) que indicam a distribuição espacial das idades do grão. Ainda é possível ilustrar que a elipse de confiança construída é assimétrica, diferente ao padrão de covariâncias ^{206}Pb e ^{207}Pb fornecido pelo *soplot*. (C) Histograma de densidade de probabilidade com as curvas gaussianas para as idades $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ em cor azul, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ em cor vermelho, $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ em cor verde e $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ em cor púrpura.

CAPÍTULO 3 - GEOLOGIA REGIONAL

3.1 INTRODUÇÃO

A Província Borborema como definida por Almeida *et al.* (1977, 1981) está representada em boa parte da região nordeste do Brasil englobando os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Corresponde a um domínio de crosta precambriana deformada por processos geológicos relacionados ao Ciclo Brasileiro que, mesmo no âmbito da província, teve comportamento diacrônico (c. 630 - 570 Ma). Seus limites se dão a sul com o Cráton São Francisco e com as bacias fanerozoicas do Tucano e Jatobá, a oeste com os sedimentos paleozoicos da Bacia do Parnaíba, e a norte, leste e sudeste com os sedimentos mesozoicos das bacias costeiras Potiguar, Pernambuco-Paraíba e Sergipe-Alagoas, respectivamente. **Figura 3.1**

Um dos produtos mais representativos do Ciclo Brasileiro na Província Borborema é representado pelas extensas zonas de cisalhamento de cinemática transcorrente dúctil que seccionam toda a província em domínios tectônicos distintos, muitas das quais com deslocamentos de escala continental (Caby e Arthaud, 1986; Caby *et al.*, 1991; Vauchez *et al.*, 1991, 1995). Os domínios individualizados pelo arranjo dessas zonas caracterizam-se por evoluções tectono-estratigráficas contrastantes, embasando a proposição de modelos de compartimentação em sub-unidades propostas desde a década de 70 (ver Brito Neves, 1975; Almeida *et al.*, 1976; Brito Neves, 1978, 1983; Santos e Brito Neves, 1984; Santos *et al.*, 1984) até mais recentemente (Jardim de Sá, 1994; Van Schmus *et al.*, 1995; Santos *et al.*, 1997, 2000; Brito Neves *et al.*, 2000). De forma geral, os autores subdividem a província em três domínios maiores que, de norte para sul, são reconhecidos como: **Setentrional** - representado pelos sub-domínios Médio Coreaú, Ceará Central e Rio Grande do Norte, **Central** - a Zona Transversal, e **Meridional** - representado pelos sub-domínios Pernambuco-Alagoas, Sergipano e Riacho do Pontal. O setor setentrional é caracteristicamente dominado pela extensa ocorrência de rochas paleoproterozoicas (c. 2.3 - 2.1 Ga; Hackspacher *et al.*, 1990; Dantas, 1992; Souza *et al.*, 1993, 2008) como embasamento de faixas móveis marginal (Martínópolis) e intraplaca (Seridó) neoproterozoicas, cuja deposição é sugerida em c. 650 - 630 Ma. Núcleos arqueanos de menor expressão regional são ainda preservados na porção mais oriental (São José do Campestre; Dantas *et al.*, 2004) e central (Complexo Granjeiro; Silva *et al.*, 1997). A Zona Transversal, limitada a norte pelo lineamento Patos e a sul pelo lineamento Pernambuco, configura-se como um conjunto de terrenos paleo- meso- e neoproterozoicos separados por zonas de cisalhamento que definem um arranjo sigmoidal adquirido durante o ciclo Brasileiro. De leste para oeste inclui os "terrenos" tectono-estratigráficos Rio Capibaribe, Alto Moxotó, Alto Pajeú e Faixa Cachoeirinha (p.ex., Santos, 1995; Brito Neves *et al.*, 2000;

Medeiros, 2002). Por fim, o setor meridional encerra domínios gnáissico (Pernambuco-Alagoas) e metavulcanosedimentares (Paulistana-Monte Orebe, Canindé-Marancó) com evolução mesoproterozoica em c. 1,1 - 1,0 Ga, além de faixa móveis neoproterozoicas marginais ao Cráton do São Francisco (Riacho do Pontal, Sergipana) (Bizzi *et al.*, 2003).

Figura 3.1

3.2 GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

As unidades litoestratigráficas que foram alvo neste trabalho ocorrem no setor setentrional da Província Borborema, mais especificamente ao longo do limite sul deste setor que corresponde à extensão da Zona de Cisalhamento Patos (Figura 3.1). Em termos geológicos, a área está inserida no Domínio Rio Grande do Norte que inclui as faixas Orós-Jaguaribe (mesoproterozoica) e Seridó e Martinópolis (neoproterozoicas), e os terrenos de embasamento arqueano-paleoproterozoico Rio Piranhas, São José do Campestre e Granjeiro. Esse domínio limita-se a norte e leste pela Bacia Potiguar e coberturas costeiras recentes, respectivamente, a sul pela Zona de Cisalhamento Patos e a oeste pela Zona de Cisalhamento Tatajuba (Bizzi *et al.*, 2003).

A porção mais ocidental da área de estudo encerra uma unidade antiga (neoarquena, segundo Silva *et al.*, 1997) representada por duas associações litoestratigráficas (supracrustais e metaplutônicas intrusivas) que, juntas, constituem o Complexo Granjeiro (Prado *et al.*, 1980; Vasconcelos *et al.*, 1997). Essas rochas são o embasamento regional de uma unidade metasedimentar (ainda pouco estudada, mas provavelmente de idade neoproterozoica, Medeiros *et al.*, 2008) representada pela Formação Lavras da Mangabeira (Prado *et al.*, 1980; Caby *et al.*, 1995). Na continuação a leste, aflora uma outra sequência metasedimentar que, segundo Medeiros *et al.* (2008), é correlacionada ao Grupo Seridó (de idade neoproterozoica) que aflora em sua área-tipo na região do Seridó (RN-PB; ver, p.ex., Jardim de Sá, 1994). Por fim, ainda incluímos como alvos duas sucessões sedimentares eo-paleozoicas instaladas ao longo da Zona de Cisalhamento Patos (bacias de Iara e Barro) definidas predominantemente por rochas siliciclásticas continentais (p.ex., Teixeira *et al.*, 2004).

Todas as unidades meta- (neoproterozoicas) e sedimentares (paleozoicas) foram estudadas para fins de estabelecer o padrão de proveniência com base em idades t_{DM} e idades U/Pb in situ em grãos de zircões detríticos. As unidades (meta)ígneas foram também analisadas para esses dois métodos geocronológicos, mas com objetivo de definir suas idades de formação por considerarmos serem estas candidatas prováveis como áreas-fonte para a sedimentação mais jovem na região.

Figura 3.1 Compartimentação do setor norte da Província Borborema. Domínios e terrenos são adoptados de Van Schmus (2003, 2011).

3.2.1 Complexo Granjeiro

Compreende o conjunto de unidades litoestratigráficas que ocorrem confinadas entre o lineamento Patos e a Zona de Cisalhamento Tatajuba-Potengi, configurando uma espécie de terreno desmembrado (*disrupted terrane*) de direção predominantemente E-W que se inflete para NE-SW na sua porção mais ocidental. Corsini *et al.* (1996) sugerem que a geometria em *duplexes* que caracteriza essa região resultaria da acomodação de esforço devido a essa mudança na direção de E-W para NE-SW. O limite a norte do Complexo Granjeiro é feito com a zona de cisalhamento Malta e a faixa móvel Orós-Jaguaribe.

Informações gerais referentes ao Complexo Granjeiro estão sintetizadas em Bizzi *et al.* (2003) que citam um arcabouço litoestratigráfico composto por duas associações: uma de origem metavulcanosedimentar, com características químico-exalativas, compreendendo rochas metamáficas e metaultramáficas intercaladas com quartzitos, mármores e BIFs, e outra de origem metaplutônica, intrusiva, representada por ortognaisses tonalíticos a granodioríticos com idade estimada em c. 2,55 Ga (U/Pb SHRIMP por Silva *et al.*, 1997; Pb/Pb evaporação por Vasconcelos *et al.*, 1997). Essa idade foi obtida em uma amostra de biotita-hornblenda gnaiss tonalítico da associação metaplutônica, sendo a única informação geocronológica disponível para o complexo. Idades modelo t_{DM} para rochas do Complexo Granjeiro entre c. 2,7 - 2,5 Ga sugerem tratar-se de crosta juvenil neoarqueana (Fetter, 1999).

O Complexo Granjeiro parece representar o fragmento de crosta arqueana mais jovem mapeado na parte setentrional da Província Borborema, quando comparado com as idades disponíveis para os maciços de Tróia (c. 2,9 a 2,7 Ga; Fetter, 1999) de São José do Campestre (c. 3,45 a 2,7 Ga; Dantas *et al.*, 2004). Em conjunto, essas unidades constituem apenas uma pequena fração do embasamento mais antigo da província, ainda preservado.

3.2.2. Sequência Supracrustal Lavras da Mangabeira

São poucos os trabalhos geológicos específicos sobre a sequência metasedimentar Lavras da Mangabeira (CE), quase sempre mencionada em textos explicativos de mapas geológicos regionais (Prado *et al.*, 1980, 1981; Santos *et al.*, 1984) quando lhe teria sido atribuída a qualificação de "Complexo". Já na síntese de Caby *et al.* (1995) sobre as unidades supracrustais brasileiras da PB, essa sequência é tratada como Formação Lavras da Mangabeira representada por quartzitos e metaconglomerados basais e metapelitos com lentes de calciosilicáticas no topo, designação essa que será adotada neste trabalho.

A Formação Lavras da Mangabeira está disposta discordantemente sobre o embasamento Granjeiro e é composta, na base, por um conjunto de quartzitos conglomeráticos e níveis de metaconglomerados com seixos de quartzo e polimíticos moderadamente deformados, que passam para quartzitos com estratificação plano-paralela

ainda preservada e eventuais seixos de quartzitos (basais) retrabalhados (Figura 3.2D). Todo esse pacote está em contato gradacional com metapelitos com biotita+andalusita+estaurolita±granada indicando metamorfismo em condições de facies anfibolito para a sequência (ver Caby *et al.*, 1995). Medeiros *et al.* (2008) descrevem a ocorrência de filitos e/ou sericita-clorita xistos com posição estratigráfica pouco conclusiva, mas assumida por estes como a parte superior da unidade. Esses autores sugerem a correlação litoestratigráfica da Formação Lavras da Mangabeira com as unidades psamítica (Formação Equador) e pelítica (Formação Seridó) do Grupo Seridó.

3.2.3 O Grupo Seridó e seu Embasamento

O atual conhecimento sobre a Faixa Seridó preconiza que o empilhamento litoestratigráfico seria representado por um substrato de embasamento gnáissico-migmatítico paleoproterozoico (c. 2,2 Ga), cuja definição é o *Complexo Caicó*. Esse complexo é representado por uma sequência metavulcanosedimentar, pouco preservada, que inclui paragneisses e anfibolitos com lentes de kinzigitos, quartzitos, formações ferríferas e, mais raramente, mármore e rochas calciossilicáticas (p. ex., Souza, 1991; Dantas, 1992). Essa unidade é intrudida por rochas metaplutônicas de composição tonalítica-granítica interpretadas como produtos de diferenciação de magmas parentais com afinidade cálcio-alkalina alto-K. A assinatura geoquímica-isotópica dessas rochas indica derivação a partir da fusão parcial de um manto litosférico enriquecido em LILE representado por espinélio- ou granada-lherzolitos (Souza, 1991; Souza *et al.*, 1993; Jardim de Sá, 1994; Souza *et al.*, 2007). Valores tanto negativos (Dantas, 1997) quanto positivos (Souza *et al.*, 2007) para o parâmetro ϵ_{Nd} sugerem a consolidação do substrato Caicó a partir de sucessivos episódios de colagem entre arcos magmáticos oceânicos e continentais, estes últimos resultaria da reciclagem de um substrato mais antigo de idade arqueana (Dantas *et al.*, 2004).

Intrusões tabulares e corpos batolíticos de granitóides porfiríticos gnaissificados (os *augen* gnaisses tipo "G2" de Jardim de Sá *et al.*, 1981) são cartografados especialmente no embasamento ocidental da faixa, e têm sido interpretados à luz de duas correntes de pensamento antagônicas: (i) representariam marcadores estrutural e cronológico de uma orogênese paleoproterozoica (c. 2,0 - 1,95 Ga Transamazônico) na Faixa Seridó (Macedo *et al.*, 1984; Jardim de Sá *et al.*, 1987, 1995; Legrand *et al.*, 1991; Jardim de Sá, 1994), ou (ii) representariam intrusões anorogênicas, pré-Brasilianas, intrusivas nos ortogneisses Caicó, igualmente integrando o substrato de embasamento para a paleobacia Seridó (Caby, 1985, 1989; Archanjo e Salim, 1986). Dados U/Pb SHRIMP em zircão de vários corpos de *augen* gnaisses considerados como os tipo G2 mostraram que esse magmatismo ocorreu em grande parte contemporâneo, ou mesmo precedendo, a colocação dos protólitos dos

ortognaisses Caicó face às idades obtidas em c. 2,35 - 2,15 Ga (Hollanda et al., 2011). Ainda, uma idade c. 1,75 Ga foi obtida em um dos corpos estudados ("G2" Serra Negra) indicando que o magmatismo anorogênico estateriano da faixa Orós-Jaguaribe se estende para o embasamento ocidental da faixa.

As rochas supracrustais do Grupo Seridó são representadas por uma sequência metavulcanossedimentar depositada discordantemente sobre o embasamento Caicó, todos deformados durante o Ciclo Brasileiro e extensivamente afetados pela intrusão de inúmeros corpos granitóides neoproterozoicos que têm seu alojamento controlado por zonas de cisalhamento transcorrentes N-NE. Devido os efeitos da deformação brasileira os contatos entre as unidades são quase sempre marcados por zonas de cisalhamento dificultando a observação de aspectos originais como, por exemplo, o empilhamento litoestratigráfico. Essa condição levou à proposição de duas colunas para explicar o arcabouço litoestratigráfico da faixa. Jardim de Sá e Salim (1980) incluíram todas as unidades metasedimentares dentro do Grupo Seridó, representado da base para o topo pelas formações Jucurutu, Equador e Seridó, depositadas dentro de um intervalo único de sedimentação. O trabalho de Archanjo e Salim (1986) trouxe a proposta de organizar a faixa nas formações Jucurutu e Equador (Grupo Jucurutu), na base, sobrepostas pelas formações Parelhas e Seridó (Grupo Seridó), separados por uma importante discordância regional. Na concepção de Archanjo e Salim (1986), e também Caby et al. (1995), o hiato entre a deposição dos grupos Jucurutu e Seridó representaria um intervalo de c. 1,4 bilhões de anos, sendo o Grupo Jucurutu um depósito cratônico ou pericratônico disposto imediatamente sobre o embasamento paleoproterozoico, enquanto a deposição do Grupo Seridó estaria relacionada aos efeitos da subsidência do embasamento durante o Neoproterozoico. O estudo pioneiro de proveniência sedimentar com base em geocronologia U/Pb em zircões detríticos publicado por Van Schmus et al. (2003) (também M.H.B.M. Hollanda, dados inéditos) para as unidades Jucurutu e Seridó indicou idade neoproterozoica para sua deposição, não superior a c. 650 Ma, com populações de idades U/Pb muito similares para as duas unidades. A assinatura de proveniência Sm/Nd mostrou rejuvenescimento típico das idades t_{DM} em direção ao topo da sequência, se consideradas apenas as unidades Jucurutu (base, t_{DM} 1,6 - 1,4 Ga) e Seridó (topo, t_{DM} 1,3 - 1,2 Ga), o que foi acompanhado pelas idades U/Pb em zircões detríticos agrupadas em 670-630 Ma, 780-710 Ma, 860-810 Ma, 970-930 Ma e 1100-1000 Ma. Um pequeno conjunto de dados apresenta idades mais antigas (meso- a paleoproterozoicas). Esses resultados sugerem fortemente a deposição das unidades Jucurutu e Seridó em um ciclo de sedimentação única como defendido por Jardim de Sá et al. (1984) e Jardim de Sá (1995), muito embora com idade significativamente mais jovem que aquela paleoproterozoica proposta pelos autores.

Recentemente, [Hollanda et al. \(2010\)](#) apresentaram dados de proveniência U/Pb in situ em zircões detríticos dos quartzitos e metaconglomerados da Formação Equador, a unidade intermediária do Grupo Seridó. Ao contrário, a assinatura de proveniência obtida para essas rochas é dominada por idades t_{DM} e idades U/Pb mais antigas indicando a contribuição exclusiva de fontes arqueanas a paleoproterozoicas ($t_{DM} > 2,5$ Ga; U/Pb in situ $> 2,0$ Ga); zircões meso - ou neoproterozoicos não foram encontrados.

Esse trabalho irá adotar a coluna litoestratigráfica tríplice de Jardim de Sá e colaboradores para efeito de correlação com as unidades metasedimentares estudadas ao longo da Zona de Cisalhamento Patos e na região de Lavras da Mangabeira. Essas unidades seriam então representadas por: (i) Formação Jucurutu, basal, constituída predominantemente por biotita±epidoto paragneisses, contendo intercalações de mármore e rochas calciossilicatadas, micaxistos, quartzitos, formações ferríferas, e metavulcânicas ([Figura 3.2A](#)); (ii) Formação Equador, intermediária e lateralmente descontínua, composta por quartzitos e metaconglomerados mono- e polimíticos, além de raras intercalações de micaxistos e rochas calciossilicatadas ([Figura 3.2B,C](#)); e (iii) Formação Seridó, no topo, constituída predominantemente por micaxistos feldspáticos ou aluminosos, com intercalações subordinadas de mármore, rochas calciossilicatadas, paragneisses, metavulcânicas, quartzitos e metaconglomerados.

Entre c. 600 Ma até 520 Ma toda a Faixa Seridó foi intrudida por inúmeros corpos granitóides (magmatismo bimodal) e pegmatíticos marcando os vários estágios pré-, sin- e pós-colisional da orogenia brasileira ([Baumgartner et al., 2006](#); [Archanjo et al., 2012](#); M.H.B.M. Hollanda, dados inéditos).

3.2.4. Sucessões Sedimentares Eo-Paleozoicas

Após o Ciclo Brasileiro um conjunto de pequenas bacias se desenvolveu ao longo das grandes zonas de cisalhamento que se implantaram na Província Borborema durante o Neoproterozoico, assim marcando a transição Proterozoico-Fanerozoico ([Brito Neves et al., 2000](#)). Essa ocorrência foi especialmente comum no setor setentrional da província. O padrão de sedimentação foi caracterizado pelo desenvolvimento de sucessões clásticas imaturas compostas por conglomerados, arenitos e folhelhos continentais, em alguns casos associadas a magmatismo ácido a básico ([Teixeira et al., 2004](#)).

Figura 3.2. Aspecto de campo dos afloramentos amostrados para análise de proveniência U/Pb in situ na região de Coremas e Lavras da Mangabeira. **A.** Paragneisse da Formação Jucurutu na barragem do açude de Coremas (PB); **B.** Quartzito da Formação Equador na barragem do açude de Coremas (PB); **C.** Quartzito da Formação Equador no barragem do açude de Bom Jesus perto a cidade de Engenheiro Avidos (PB); **D.** Metaconglomerado da Formação Lavras da Mangabeira.

Nesse trabalho foram incluídas duas sucessões eo-paleozoicas cartografadas na Província Borborema setentrional, que ocorrem como preenchimento das bacias de Iara e Barro (CE), implantadas no substrato precambriano a sul do lineamento Patos. O objetivo é verificar o padrão de proveniência sedimentar durante o período transicional Neoproterozoico-Eo-Paleozoico na região. A abordagem metodológica foi a mesma adotada para as unidades neoproterozoicas.

3.2.4.1. Bacia de Iara

Essa bacia está localizada na porção sul do estado do Ceará, com área aflorante de aproximadamente 15 km² e cuja geometria E-W definida por um sistema de (semi)grabens preenchidos por uma sucessão litológica tipicamente vulcanosedimentar (Parente *et al.*, 1984, 1990; Teixeira *et al.*, 2004). Seu embasamento é representado pelos metapelitos do Grupo Cachoeirinha, cuja idade máxima de deposição é c. 650 Ma (Van Schmus *et al.*, 2011), deformados e metamorfizados durante o evento Brasiliano a c. 580 Ma, mas seu limite norte é feito com as rochas do Complexo Granjeiro.

Parente *et al.* (1990) descrevem a sedimentação na Bacia de Iara em duas fases distintas, ambas relacionadas às fases transtensionais de reativação das zonas de cisalhamento de Iara e Cuncas que a limitam. Segundo esses autores a sequência basal é representada por paraconglomerados polimíticos (seixos de quartzo, milonitos e granitóides em matriz grauváquica) que gradam ao topo para arenitos arcóseos intercalados com siltitos e vulcânicos bimodais. Essa sucessão estaria discordantemente superposta por uma sucessão clástica imatura composta por brechas polimíticas e arenitos vulcanogênicos que, também associados com vulcanismo (extrusivo e efusivo) básico a intermediário, marcariam uma outra fase deposicional na bacia. **Figura 3.3A**

3.2.4.2. Bacia de Barro

Essa bacia está localizada na borda leste da Bacia do Araripe, abrangendo uma área de aproximadamente 15 km². A exemplo das inúmeras bacias interiores menores da parte setentrional da Província Borborema, seu desenvolvimento está condicionado ao funcionamento de falhas normais em arranjos tipo semi-grabens, especialmente evidentes em suas bordas norte e oeste, provavelmente representando reativações tardias do lineamento Patos (Ponte e Appi, 1990). Seu embasamento é representado pelos metapelitos de baixo grau do Grupo Cachoeirinha.

Estão notadamente ausentes trabalhos voltados exclusivamente à geologia da Bacia de Barro. Algumas informações muito pontuais podem ser encontradas em relatórios técnicos e sínteses regionais da CPRM e Petrobras que superficialmente mencionam a correlação litoestratigráfica das sucessões nessa bacia com outras de maior expressão - por exemplo, Araripe e Jatobá (Ponte *et al.*, 1991; Assine, 1992; Carvalho, 1996; Arai, 2006). Nesse aspecto é especialmente controversa a idade da unidade basal que aflora não só na Bacia de Barro como em outras bacias menores adjacentes. Essa unidade tem similaridade litológica com unidades indubitavelmente siluro-devonianas das bacias do Parnaíba (Grupo Serra Grande) e Jatobá (Formação Tacaratu), e tem sido mencionada como "Conglomerado Basal", Formação Cariri ou ainda Formação Mauriti (ver síntese em Arai, 2006 e referências ali relacionadas).

A sedimentação na Bacia de Barro é predominantemente continental, com leques aluviais restritos ao seu limite meridional (SE-SW), com lagos efêmeros estabelecidos na borda setentrional (Carvalho, 1996). A assembléia litológica é dominada por, na sua porção basal, arenitos conglomeráticos com seixos de quartzo e líticos que gradam para arenitos feldspáticos a quartzosos com seixos dispersos ou, ainda, com níveis delgados de conglomerados quartzosos. Sobre essa sucessão estão depositados pelitos representados por folhelhos e argilitos vermelhos, intercalados localmente com arenitos finos a médios, que passam para uma unidade caracteristicamente homogênea representada por arenitos

quartzosos, ligeiramente feldspáticos e/ou caulíníficos (Assine, 1992). Esse registro sedimentar superior é correlacionado com as formações Brejo Santo e Missão Velha da Bacia do Araripe, de idade mesozoica (juro-neocomiana)(Figura 3.3B).

Figura 3.3 Aspecto de campo dos afloramentos das bacias eo-paleozoicas estudadas para análise U/Pb in situ. **A.** Arenito arcossiano da Bacia de Iara; **B.** Alternância de arenitos grossos e conglomerados da Conglomerado Basal da Bacia de Barro.

CAPÍTULO 4

4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo traz os resultados isotópicos Sm/Nd em rocha total de onze amostras que representam as unidades litoestratigráficas estudadas: o Complexo Granjeiro, a sequência metasedimentar Lavras da Mangabeira, a sequência metasedimentar que aflora ao longo da Zona de Cisalhamento Patos e as unidades basais das bacias de Iara e Barro. Também serão apresentados os dados geocronológicos U/Pb in situ de zircões detríticos que foram selecionados de cada uma dessas unidades litoestratigráficas. A distribuição geográfica das amostras coletadas pode ser vista na (Figura 1.2); os dados Sm/Nd e U/Pb estão relacionados no ANEXO 1 e 2.

4.2 RESULTADOS Sm/Nd

Duas amostras do Complexo Granjeiro foram analisadas pelo método Sm/Nd - amostras JMR-1A e JMR-1B. Dessas somente a amostra JMR-1A foi datada pelo método U/Pb uma vez que ambas foram coletadas no mesmo afloramento, mas em pontos diferentes distantes em aproximadamente 200 metros. Petrograficamente consistem em biotita ortognaisses com composição granodiorítica. As duas amostras apresentaram valores para razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ muito radiogênicos, refletindo valores de $\epsilon\text{Nd}_{(2,36)}$ de -2,22 (JMR-1A) e -1,98 (JMR-1B) calculados para a idade de cristalização U/Pb em zircão obtida em JMR-1A (ver adiante). As idades modelo t_{DM} calculadas foram 2,7-2,6 Ga indicando contribuição crustal na gênese dessas rochas.

Em apenas duas amostras da Formação Lavras da Mangabeira foram determinados dados Sm/Nd sendo que ambas representam a unidade quartzítica - amostras JMR-2 e JMR-3. Os resultados são muito semelhantes mostrando idades modelo t_{DM} em 2,7 e 2,5 Ga indicando a participação de fonte(s) predominantemente antiga(s) que seria(m) arqueana(s) ou combinação de idades paleoproterozoicas e arqueanas. Esse mesmo padrão é encontrado nas amostras de quartzitos da sequência metasedimentar que aflora ao longo da Zona de Cisalhamento Patos (JMR-8, JMR-9, JMR-11), cujas idades modelo t_{DM} são também calculadas entre 2,7 e 2,5 Ga. Valor mais jovem para a idade t_{DM} foi obtido no biotita xisto JMR-10 que representa a unidade de topo dessa sequência, em 1,2 Ga, sugerindo a inegável participação de fontes neoproterozoicas. Para a amostra do paragneisse basal (JMR-12), no entanto, a idade t_{DM} tem valor anômalo de 2,7 Ga interpretada como resultado de fracionamento entre Sm e Nd na amostra, dada a razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ muito elevada de 0,1360.

Por fim, para as unidades eo-paleozoicas das bacias de Iara e Barro as idades modelo são em parte semelhantes àsquelas dos quartzitos estudados com valores em 2,7 Ga

(amostra JMR-4, Bacia de Iara) e 1,9 Ga (amostra JMR-5, Bacia de Barro). Considerando que a razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ na amostra JMR-4 foi igualmente elevada, de 0,1572, interpretamos o valor de 2,7 Ga como também um valor anômalo influenciado pelo fracionamento entre Sm e Nd em escala de amostra.

Na **Figura 4.1** estão plotadas as curvas de evolução de Nd em todas as amostras analisadas. Foram excluídas as amostras do paragneisse JMR-12 e do arenito JMR-5 visto que os valores anômalos para a razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ levam à uma inclinação muito baixa das curvas obviamente indicando idades modelo espúrias. No conjunto, nota-se que as curvas de evolução para os quartzitos plotam no mesmo campo que as amostras do embasamento gnáissico (Complexo Granjeiro); apenas a amostra JMR-1A tem assinatura inicial de Nd pouco mais radiogênica como indicado pelo valor de ϵNd (0) em c. -42. Esse padrão é estritamente semelhante às assinaturas isotópicas de Nd obtidas de quartzitos da Formação Equador na região do Seridó (RN) e gnaisses daquele embasamento (Caicó) disponíveis na literatura (Hollanda *et al.*, 2003, 2011; Dantas *et al.*, 2004; Souza *et al.*, 2008).

Figura 4.1. Diagrama de evolução ϵNd versus tempo. Dados Sm/Nd das amostras analisadas e o campo de dados da literatura (Van Schmus *et al.*, 2003; Hollanda *et al.*, 2003, 2011; Dantas *et al.*, 2004; Souza *et al.*, 2008) referentes às unidades de ocorrência regional na Província Borborema setentrional.

Apesar do número muito limitado de análises para os metapelitos, quando comparados aos dados das unidades Seridó e Jucurutu (Van Schmus *et al.*, 2003; M.H.Hollanda, dados inéditos), nota-se a semelhança no padrão da amostra JMR-10 (biotita xisto) com a assinatura dos metapelitos da Formação Seridó, e a tendência intermediária da curva de evolução do arenito paleozoico JMR-5 entre os campos definidos para quartzitos da Formação Equador e os paragneisses da Formação Jucurutu, sugerindo que suas fontes poderiam representar proporções distintas entre aquelas definidas para cada uma destas unidades de referência.

4.3 RESULTADOS U/Pb in situ

Em todas as amostras a escolha dos grãos analisados para o estudo de proveniência foi direcionada a aqueles com setores ígneos bem desenvolvidos (largura $\geq 50 \mu\text{m}$) evitando-se setores com fraturamento, sobrecrecimento e/ou núcleo metamitizados. Não foram objeto deste estudo bordas (sobrecrecimentos) sugestivas de origem metamórfica, apesar de serem relativamente comuns nas amostras. Em apenas duas amostras, a idade de metamorfismo foi tentativamente estimada por análise dessas bordas (ver amostras JMR-4 e JMR-11).

Todas as idades U/Pb obtidas em cada amostra foram plotadas em diagramas Concórdia para ilustrar o padrão de distribuição das várias populações presentes, independente se concordantes ou não. Quando a concordância entre as razões $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ foi superior a 90%, as análises foram consideradas concordantes e plotadas em histogramas de densidade de probabilidade. Para grãos com idade inferior a 1200 Ma a estatística foi feita com as idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, enquanto que para grãos mais antigos que 1200 Ma foi considerada a idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$.

4.3.1 Complexo Granjeiro

Três amostras dessa unidade foram analisadas sendo duas delas ortogneisses (LM-3 e JMR-1A) e a outra um anfibolito (LM-2). O ortogneisse LM-3 foi coletado em um corte da BR-116 1,6 km a sudoeste do município de Ipaumirim (CE), enquanto que o ortogneisse JMR-1A foi coletado em um corte ao longo da BR-230, cerca de 3 km do município de Lavras da Mangabeira (CE). O anfibolito LM-2 foi também coletado na BR-230 dentro da área urbana da cidade de Mangabeira (CE).

4.3.1.1 Ortogneisse LM-3

A amostra consiste em um biotita ortogneisse com textura granoblástica, composto por quartzo (32%), plagioclásio (11%), feldspato alcalino (9%), biotita (30%) e hornblenda (15%), titanita (1%), tendo minerais opacos, zircão, epidoto e apatita como minerais

acessórios. Cerca de 30 grãos de zircão foram montados para serem imageados por catodoluminescência, sendo que onze grãos foram analisados em dois deles feitos centro e borda (#4, #6).

Os grãos têm razão comprimento:largura entre 1:1 e 3:1 e terminações arredondadas, internamente caracterizados por zonação oscilatória que, em alguns deles, são truncados pelo desenvolvimento de setores mais externos onde o aspecto zonado não é tão evidente (p.ex., grãos #2 e #3) (Figura 4.2A, B). Discreto sobrecrecimento de forte luminescência provavelmente relacionado à recristalização metamórfica é observado em poucos grãos.

As análises foram preferencialmente feitas nos sítios dos grãos com zonação presente, mas o comportamento geral é discordante (Figura 4.3). A melhor discórdia é definida pelo alinhamento de dez pontos analíticos cujo intercepto superior forneceu idade de 3136 ± 30 Ma (MSWD = 2,1; n = 10), tendendo a um intercepto inferior de idade neoproterozoica (Figura 4.3B).

4.3.1.2 Ortognaisse JMR-1A

A amostra consiste em um biotita ortognaisse com textura granoblástica e assembléia mineral semelhante ao ortognaisse LM-3. É composto principalmente por quartzo (30%), plagioclásio (12%), álcali-feldspato (10%), biotita (35%), hornblenda (10%), titanita (2%), tendo epidoto, zircão, apatita e minerais opacos como fases modais acessórias.

Figura 4.2. Imagens de luz transmitida (A) e de catodoluminescência (B) dos zircões do ortognaisse LM-3.

Figura 4.3. Diagramas Concórdia para o ortogneisse LM-3. A. Distribuição das treze análises realizadas no ortogneisse LM-3, e a discórdia calculada a partir do alinhamento de dez dos pontos analíticos (#2.1, #3.1, #4.1, #4.2, #6.1, #7.1, #8.1, #9.1, #10.1 e #11.1) cujo intercepto superior indica idade mesoarqueana (em B).

Cerca de 100 grãos de zircão foram montados e imageados por catodoluminescência. Duas populações foram discriminadas:

a) zircões eudrais a sub-eudrais com razão comprimento:largura entre 2:1 e 3:1, fortemente metamitizados, alguns deles apresentando discreto sobrecrescimento de baixa luminescência provavelmente de origem metamórfica (Figura 4.4A). Apesar de sua representatividade na amostra, só um grão dessa população foi analisado (análise #2.1) fornecendo idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ discordante de 2129 ± 190 Ma.

b) zircões eudrais a sub-eudrais com razão 2:1 (e, em menor grãos prismáticos em proporção, 3:1) exibindo terminações bi-piramidais. As imagens de catodoluminescência mostram a presença de zonação ígnea bem desenvolvida, com padrão oscilatório ou setorizado (*sector zoning*). Em alguns grãos os setores zonados têm baixa luminescência podendo ser confundidos com recristalização de origem metamórfica, uma vez que a rocha está fortemente deformada. No entanto, as análises feitas em alguns desses sítios (#1.1, #3.1, #4.1, #11.1, #12.1) forneceram idades similares àquelas de setores onde a estrutura ígnea é evidente (Figura 4.4A, B).

Além do grão #1 mais 25 zircões da população descrita em (b) foram analisados. No diagrama Concórdia as razões $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ se agrupam próximas à Concórdia, definindo uma discórdia com intercepto superior é 2356 ± 12 Ma (MSWD = 0,08; n = 26) estritamente similar à idade média $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ calculada para o conjunto em 2351 ± 15 Ma (excluindo a análise #2.1; Figura 4.5A, B).

Figura 4.4. Imagens de luz transmitida e catodoluminescência das populações de zircões do ortogneisse JMR-1A. (A) População de zircões metamitizados, onde somente o grão #2 forneceu idade representativa, paleoproterozoica; (B) População de zircões bi-piramidais mostrando zonações ígneas bem preservadas.

Figura 4.5. Diagrama Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o ortogneisse JMR-1A mostrando. Distribuição do conjunto de análises feitas no ortogneisse JMR-1A e a discórdia calculada apontando para idade paleoproterozoica (em A), e histograma de densidade de probabilidade ilustrando o padrão das idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ com média em 2351 ± 15 Ma (em B).

4.3.1.3 Anfibolito LM-2

Devido o forte grau de alteração da amostra não foi possível observar detalhes de sua petrografia. A amostra está inserida na unidade de anfibolítica cartografada e descrita na Folha SB-24-ZA Souza, como parte do Complexo Granjeiro (Medeiros *et al.*, 2008) cuja constituição mineralógica essencial é representada por anfibólio, plagioclásio e clinopiroxênio.

Cerca de 30 grãos foram recuperados mas apenas 11 foram analisados uma vez que os demais apresentaram forte metamitização/fraturamento. De forma geral os grãos são sub-euedrais, com terminações bi-piramidais ou levemente arredondadas, e razões comprimento:largura variando entre 2:1 e 3:1.

As imagens de catodoluminescência mostraram ser grãos de estrutura interna complexa com núcleos de alto U, parcial ou completamente metamitizados, circundados por setores com zonação ígnea definida pela alternância de bandas com teores variáveis de U quando comparadas entre si. Esses setores estão (em geral) bem preservados, muito embora possam mostrar-se afetados por microfraturas propagadas a partir do núcleo metamitizado. É comum a presença de sobrecrecimento mais externo de origem metamórfica (Figura 4.6A, B).

Quando plotadas no diagrama Concórdia as análises mostraram forte dispersão dada pela perda significativa de Pb (Figura 4.7A). A melhor discórdia foi traçada pelo alinhamento dos pontos #1.1, #1.2, #4.1, #5.1, #7.1 e #9.2 com intercepto superior de idade 2892 ± 22 Ma (MSWD = 0,87; n = 6), e intercepto inferior indicando idade neoproterozoica em c. 775 Ma (Figura 4.7B).

Figura 4.6. Imagens de luz transmitida (A) e de catodoluminescência (B) dos zircões do anfibolito LM-2.

Figura 4.7. Diagramas Concórdia para o anfibólito LM-2: (A) Distribuição de todas as análises realizadas no anfibólito LM-2. (B) Discórdia definida com seis análises com intercepto superior indicando idade neoarqueana.

4.3.2 Sequência Metasedimentar Lavras da Mangabeira

4.3.2.1 Metaconglomerado JMR-3

A amostra representa a matriz de um metaconglomerado coletado cerca de 5 km a norte da cidade de Lavras da Mangabeira, indo pela estrada que leva ao Rio Salgado. Petrograficamente a amostra é representada por um muscovita quartzito com textura grano-lepidoblástica, incluindo quartzo (90%) e muscovita (8%) como fases principais, além de turmalina, minerais opacos, titanita, zircão e biotita como acessórios. A muscovita distribuiu-se em bandas definindo a foliação na rocha.

Aproximadamente 170 grãos foram recuperados, exibindo morfologias que variam desde tipos prismáticos até fortemente arredondados. As estruturas internas observadas por catodoluminescência são as mais diversas, predominando tipos ígneos com zonação com padrões oscilatório ou setorizado (Figura 4.8A-E). Grãos metamitizados e microfraturas são comuns, bem como sítios de alta luminescência (baixo U) sugerindo recristalização completa (p. ex., #14.1, #18.1, #53.1) ou parcial (p. ex., #44.1, #48.1, #55.1). Do conjunto de grãos montados 60 foram analisados e suas razões $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ plotadas no diagrama Concórdia (Figura 4.9A), as quais definiram três arranjos independentes com razoável discordância: (i) um grupo de oito análises alinharam-se ao longo de uma discórdia com intercepto superior de 2252 ± 17 Ma (MSWD = 0,11; Figura 4.9B), (ii) um grupo principal definiu uma discórdia com intercepto superior em 2496 ± 11 Ma (MSWD = 0,49; n = 24; Figura 4.9C) e (iii) uma população de sete análises forneceu uma discórdia com intercepto superior em 2727 ± 18 Ma (MSWD = 0,22; Figura 4.9D). O histograma de densidade de probabilidade gerado para as análises com concordância superior ou igual a

90% confirma a dominância de grãos com idades paleoproterozoicas a neoarqueanas entre c. 2,8 e 2,2 Ga (Figura 4.9E).

Figura 4.8. Imagens de catodoluminescência (A a E) dos zircões do metaconglomerado JMR-3. Notar alguns grãos com recrystalização (baixo U) aleatória formando padrões "fantasmas" (centro da prancha A).

Figura 4.9. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o metaconglomerado JMR-3: (A) todas as análises incluídas, mostrando o agrupamento das razões U/Pb entre 2,0 e 2,8 Ga; (B) conjunto de análises definindo uma discórdia com intercepto superior em c. 2,2 Ga; (C) conjunto de análises agrupadas ao longo de uma discórdia com intercepto superior em c. 2,5 Ga; (D) conjunto de análises definindo uma discórdia cujo intercepto superior é c. 2,7 Ga; (E) histograma de densidade de probabilidade mostrando os picos principais definidos pelas idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$.

4.3.2.2 Quartzito JMR-2

A amostra foi coletada em uma estrada secundária construída na parte leste da Serra do Boqueirão, a noroeste do município de Lavras da Mangabeira (CE). Em seção delgada a amostra consiste em um muscovita-feldspato quartzito com textura granolepidoblástica, constituído por quartzo (60%), feldspato potássico (19%), plagioclásio (10%) e muscovita (10%), tendo biotita (cloritizada), epidoto, apatita, zircão e minerais opacos como fases acessórias. A foliação é principalmente definida pela orientação preferencial da muscovita.

Cerca de 110 grãos de zircão foram recuperados e montados para serem imageados por catodoluminescência, incluindo desde tipos com morfologia prismática até tipos com moderado grau de arredondamento. Desses, 63 grãos foram analisados e a grande maioria mostrou zonação oscilatória; alguns poucos mostram sobrecrecimento com forte luminescência (p. ex., #33) e/ou núcleos metamitizados com micro-fraturas radiais (p. ex., #3) (Figura 4.10A-E).

O padrão de distribuição das análises no diagrama Concórdia é em parte semelhante a aquele da matriz do metaconglomerado JMR-3, com pontos analíticos concordantes ou semi-concordantes alinhados segundo arranjos independentes (Figura 4.11A). Os pontos analíticos definem duas discórdias cujos interceptos superiores forneceram idades de $2193 \pm 9,8$ Ma (MSWD = 0,31; n = 43; Figura 4.11B) e 2716 ± 28 Ma (MSWD = 0,43; n = 10; Figura 4.11C), em ambos os casos os interceptos inferiores tendem à idades neoproterozoicas. Zircões com idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ intermediárias entre essas duas populações principais não foram encontrados, ao contrário da amostra JMR-3 que apresentou grãos com idades c. 2,5 Ga. Alguns grãos tiveram idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ mais antigas, também discordantes, entre 3,4 e 2,6 Ga (análises #14.1, #20.1, #27.1, #36.1, #39.1, #48.1, #54.1). Quando plotadas apenas as análises com concordância $\geq 90\%$ no histograma de densidade de probabilidade (Figura 4.11D) a presença das duas populações é confirmada.

4.3.2.3 Biotita Xisto PT-10

A amostra foi coletada aproximadamente 2 km a sul da cidade de Lavras da Mangabeira (CE), na estrada que liga esta com a cidade de Aurora (PB). Consiste em um granada-biotita xisto com textura lepidoblástica, constituído por biotita (50%), feldspatos+quartzo (45%) e granada (4%), tendo como acessórios identificados zircão, apatita, muscovita e clorita.

Cerca de 160 grãos foram recuperados e imageados. O padrão interno é principalmente definido por domínios com zonação oscilatória e, mais raramente, convoluta (Figura 4.12A-F). Um total de 63 grãos foi analisado e as idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ obtidas são predominantemente concordantes, distribuídas entre 1100 e 550 Ma (Figura 4.13A, B, C). Apresenta-se grãos neoproterozoicos com picos principais em c. 650 e 730 Ma (Figura 4.13C). Menos que 10% dos grãos analisados apresentaram idades mais antigas que 2,2 Ga (#25.1, #37.1, #48.1, #49.1). O análises concordantes feito no grão #7.1, forneceu idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ entre de 663 Ma, sendo este resultado concordante com Archanjo *et al.*, (2012).

Figura 4.10. Imagens de catodoluminescência (A a E) dos zircões do quartzito JMR-2.

Figura 4.11. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o quartzito JMR-2: (A) Todas as análises incluídas, mostrando o agrupamento dominante entre 3,0 e 2,0 Ga; (B) conjunto de análises que define uma discórdia com intercepto superior em c. 2,2 Ga; (C) conjunto de análises agrupadas ao longo de uma discórdia com intercepto superior em c. 2,7 Ga; (D) histograma de densidade de probabilidade mostrando os picos definidos pelas idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$.

4.3.3 Sequência Metasedimentar Seridó

As rochas que caracterizam essa unidade ocorrem ao longo da Zona de Cisalhamento Patos, mais especificamente entre as cidades Cajazeiras e Coremas (Paraíba). Como mencionado no Capítulo I as semelhanças litológicas com o Grupo Seridó levou [Medeiros et al. \(2008\)](#) a correlacionar esse pacote de metasedimentos com o Grupo Seridó definido na região homônima. Nesse trabalho foram coletadas quatro amostras, sendo uma de um paragneisse (Jucurutu), duas de quartzitos (Equador) e uma de um biotita xisto (Seridó). Desse último não foi possível recuperar zircões com qualidade para serem analisados, de forma que apenas as três amostras restantes têm seus resultados aqui apresentados.

Figura 4.12. Imagens de catodoluminescência (A a F) dos zircões do biotita xisto PT-10.

Figura 4.13. Diagramas Concórdia mostrando a distribuição das análises realizadas no biotita xisto PT-10: (A) todas as análises incluídas, mostrando a predominância de idades jovens, principalmente neoproterozoicas; (B) zoom de A, ilustrando a distribuição das idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ao longo da Concórdia, entre 550 - 1100 Ma; (C) histograma de densidade de probabilidade construído para as idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ concordantes.

4.3.3.1 Paragnaisse JMR-12

A amostra analisada foi coletada em um corte da rodovia PB-348, 4,5 km a oeste da cidade de Coremas, próximo à barragem do açude. Consiste de um granada-biotita paragnaisse com textura granolepidoblástica e assembléia mineral constituída por quartzo (40%), biotita (40%), plagioclásio (20%) e granada (2%), tendo turmalina, apatita e zircão como as fases acessórias identificadas. A foliação é principalmente definida pela orientação preferencial da biotita.

Cerca de 80 grãos de zircão foram recuperados e montados para análise. Zonação com padrões oscilatório e setorizado são comuns tanto nos grãos com hábito prismático quanto naqueles com formas mais arredondadas. Grãos com discreto sobrecrecimento de baixa luminescência (alto U) e alguns poucos com núcleos metamitizados também foram observados (Figura 4.14 A-D). As análises foram feitas em 62 grãos, procurando-se priorizar os setores com crescimento ígneo.

A distribuição dos pontos analíticos no diagrama Concórdia mostra dispersão de uma parte menor dos grãos analisados entre c. 2,9 e 1,8 Ga, sendo que seis destes se alinharam definindo uma discórdia cujo intercepto superior é 2202 ± 31 Ma (MSWD = 0,35; Figura 4.15A, B). O maior conjunto de análises distribuiu-se ao longo da Concórdia entre c. 1300

até 600 Ma, com concentração mais expressiva entre c. 850 e 600 Ma (Figura 4.15C, D). O histograma de densidade de probabilidade ilustra a dominância de idades $^{206}\text{U}/^{238}\text{U}$ neoproterozoicas, com pico em torno de 800 - 700 Ma e contribuições mais modestas em c. 3,0 e 1,8 Ga (Figura 4.15E).

Figura 4.14. Imagens de catodoluminescência (A a D) dos zircões do paragnaisse JMR-12.

Figura 4.15. Diagramas Concórdia mostrando a distribuição das análises realizadas no paragnaisse JMR-12: (A) todas as análises incluídas, mostrando a dispersão desde idades arqueanas até neoproterozoicas; (B) conjunto de análises que definem uma discórdia com intercepto superior em c. 2.2 Ga; (C) conjunto principal de análises concordantes com idades meso- a neoproterozoicas; (D) zoom de (C); (E) histograma de densidade de probabilidade mostrando os picos definidos pelas idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$.

4.3.3.2 Quartzitos JMR-8 e JMR-11

Duas amostras da unidade quartzítica foram coletadas, uma na barragem do açude de Bom Jesus, próximo à cidade de Engenheiro Ávidos (amostra JMR-8) e a outra no entorno de Coremas (PB) na barragem do açude que abastece essa cidade (amostra JMR-11). Ambas as amostras constituem muscovita quartzitos (quartzo + muscovita como

principais fases na moda) com turmalina, monazita, zircão, epidoto e feldspato potássico como minerais acessórios.

As imagens de catodoluminescência das duas amostras mostram forte metamitização e fraturamento na maioria dos zircões recuperados. Por esse motivo os resultados analíticos das duas amostras (68 ao todo) foram plotados e interpretados em conjunto.

Os grãos analisados mostram morfologias prismáticas a arredondadas e estruturas internas complexas evidenciadas por núcleos metamitizados, zonação tipo oscilatória, setorizada ou convoluta, micro-fraturas, além de sobrecrecimentos que, em geral, apresentam alto conteúdo de U (baixa luminescência) (Figura 4.16A-E & Figura 4.17 A-F).

No diagrama Concórdia os pontos analíticos distribuem-se preferencialmente entre 2,7 e 2,0 Ga, sendo que um pequeno conjunto de seis pontos concordantes se agrupa em c. 2,7 - 2,5 Ga (#16.1, #19.1, #24.1, #28.1 da amostra JMR-8 e #26.1 da amostra JMR-11; Figura 4.18A), enquanto a maioria das análises define uma discórdia cujo intercepto superior é 2180 ± 11 Ma (MSWD = 1,9, n = 52; Figura 4.18B). Apesar do erro elevado a idade de intercepto inferior em 576 Ma é controlada por três análises concordantes da amostra JMR-11 (#19.2, #21.2, #23.1), obtidas nas bordas desses grãos (Figura 4.17D & 4.18C), sendo esses valores similares ao metamorfismo datado em c. 575 Ma (Archanjo *et al.*, 2012). No histograma de densidade de probabilidade é confirmada a dominância de zircões paleoproterozoicos, com pico em c. 2175 Ma, junto as bordas analisadas com pico c. 560 Ma (Figura 4.18D).

Figura 4.16. Imagens de catodoluminescência (A a E) dos zircões do quartzito JMR-8.

Figura 4.17. Imagens de catodoluminescência (A a D) dos zircões do quartzitos JMR-11. Em letra vermelha estão indicadas as análises feitas em bordas de grãos.

Figura 4.18. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para os quartzitos JMR-8 e JMR-11: (A) todas as análises incluídas, mostrando o agrupamento dominante entre 2,0 e 2,7 Ga; (B) conjunto de análises que definem uma discórdia com intercepto superior em c. 2,2 Ga; (C) detalhe do conjunto de análises que controlam o intercepto inferior em c. 575 Ma, com destaque para um dos zircões com bordas neoproterozoicas da amostra JMR-11; (D) histograma de densidade de probabilidade mostrando os picos definidos pelas idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ paleoproterozoicas e outro menor com as idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ neoproterozoicas.

4.3.4 Bacias Paleozoicas

4.3.4.1 Arenito JMR-4 (Bacia de Iara)

A amostra foi coletada na BR-116, 1Km a sul da cidade de Iara, consistindo em um arenito arcossiano lítico granulação grossa, com arcabouço dominado por quartzo (45%), feldspatos (22%) e fragmentos líticos (33%) de natureza metamórfica e ígnea. Cerca de 40% da rocha é representada por cimento e poros.

Dessa amostra cerca de 120 grãos detríticos foram recuperados e montados para serem imageados por catodoluminescência, os quais apresentam formas prismáticas arredondadas. Os padrões de estruturas internas são aqueles também observados nas demais amostras estudadas - zonação tipo oscilatório, setorizado e/ou convoluto, além de sobrecrecimentos com alto teor de U. Um total de 70 análises foi feito em grãos distintos, a

maioria em setores tipicamente ígneos (Figura 4.19A-D). As razões $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ são concordantes e distribuem-se preferencialmente em cinco intervalos na Concórdia: 2,2 - 2,1 Ga / 2,0 - 1,9 Ga / 1,8 - 1,7 Ga / 0,9 - 0,8 Ga / 0,65-0,55 Ga (Figura 4.20A-C), sendo que cerca de 60% das idades são neoproterozoicas principalmente agrupadas entre 650 - 565 Ma (Figura 4.20D). As idades mais jovens que 600 Ma foram indiscriminadamente tomadas de setores com zonação ígnea e com evidente recristalização metamórfica em c. 580 -560 Ma (ver imagens CL na Figura 4.19 A-D).

Figura 4.19. Imagens de catodoluminescência (A a D) dos zircões do arenito JMR-4. Em letra vermelha estão indicadas as análises feitas em bordas de grão com idades c. 560 Ma.

Figura 4.20. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o arenito JMR-4: (A) todas as análises incluídas, mostrando a dispersão desde idades paleoproterozoicas a neoproterozoicas e um único ponto com idade em 2632 ± 84 Ma; (B) distribuição das populações de idades paleoproterozoicas; (C) distribuição de das populações de idades neoproterozoicas; (D) histograma de densidade de probabilidade mostrando os picos definidos pelas idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$.

4.3.4.2 Arenito JMR-5 (Bacia de Barro)

Essa amostra foi coletada na BR-230 dentro da área urbana da cidade de Barro (PB). Consiste em um arenito arcossiano de granulação grossa, grão suportado, bem selecionado, com grãos predominantemente subangulares a subarredondados. Cerca de 70% da rocha é representada pelo arcabouço (quartzo - 70%, feldspatos - 30% e fragmentos líticos - 1%), o restante incluindo material intersticial e poros. Um total de 120 zircões detriticos foram recuperados e 75 grãos selecionados para análise. A morfologia dominante é prismática com terminações sub-arredondadas. As imagens de catodoluminescência mostram zanações oscilatória, setorizada e convoluta combinadas à bordas recristalizadas com teores de baixo U (forte luminescência) e alto U (fraca luminescência) (Figura 4.21A-E). As análises se distribuem de forma semelhante ao visto no arenito JMR-4 da bacia de Iara (Figura 4.22A-F). No entanto, nesta amostra nota-se a presença significativa de zircões com idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ entre 2,3 - 2,1 Ga, bem como idades paleoproterozoicas-neoarquenas

(entre 3,3 - 2,4 Ga), e as idades mais jovens distribuem-se entre 1050 - 550 Ma, com maior concentração entre 650 e 550 Ma e entre 1050 - 950 Ma (Figura 4.22D).

Figura 4.21. Imagens de catodoluminescência (A a E) dos zircões do arenito JMR-5.

Figura 4.22. Diagramas Concórdia e histograma de densidade de probabilidade para o arenito JMR-5: (A) Todas as análises incluídas, mostrando o agrupamento em intervalos de idades concordantes neoproterozoicas e paleoproterozoicas; (B) zoom de A com destaque para as populações de idades paleoproterozoicas; (C) zoom de B; (D) zoom de A com destaque para a distribuição das análises ao longo da Concórdia em intervalos dentro do Neoproterozoico; (E) zoom de D; (F) histograma de densidade de probabilidade mostrando as maiores concentrações de idades no Neoproterozoico e Paleoproterozoico.

CAPÍTULO 5 - DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

5.1 PROVENIÊNCIA DO GRUPO SERIDÓ

Apesar do crescente acervo de dados geocronológicos que vêm sendo obtidos para a Província Borborema, são poucas as informações sobre proveniência das sequências metasedimentares precambrianas. Dentro desse tema de pesquisa destacam-se as contribuições de [Van Schmus *et al.* \(2003\)](#) e [Araujo *et al.* \(2012\)](#), direcionadas ao estudo de sequências neoproterozoicas do setor setentrional da província. Os dados de Van Schmus e colaboradores, em particular, constituem uma referência para as discussões apresentadas neste trabalho uma vez que foram relevantes para definir a história deposicional do Grupo Seridó (Faixa Seridó).

O estudo de [Van Schmus *et al.* \(2003\)](#) foi direcionado ao uso dos métodos Sm/Nd (rocha total) e U/Pb in situ em zircão detrítico. Os dados Sm/Nd regionais obtidos para os metapelitos das formações Jucurutu e Seridó são ilustrados no gráfico da [Figura 4.1](#). O comportamento isotópico de Nd mostra a variação dos valores da idade modelo t_{DM} entre 1,6 - 1,4 Ga para os paragneisses Jucurutu os quais decrescem para valores entre 1,5 - 1,1 Ga nas biotita xistos da Formação Seridó. Esse padrão é considerado normal em uma sequência depositada durante um ciclo único de sedimentação, como defendido por [Jardim de Sá *et al.* \(1994\)](#) para o Grupo Seridó. No entanto, [Van Schmus *et al.* \(2003\)](#) não contemplaram a unidade quartzítica Equador, intermediária, de forma que só recentemente seu padrão de proveniência vem sendo discutido na literatura através dos dados obtidos por M.H. Hollanda e colaboradores. Os resultados ainda não foram publicados, mas algumas informações gerais constam no corpo desse capítulo para dar suporte às correlações litoestratigráficas entre as unidades estudadas e o Grupo Seridó.

As idades modelo t_{DM} para os quartzitos e metaconglomerados da Formação Equador apontam para valores bem mais antigos quando comparados aos dos metapelitos, com valores consistentemente superiores a 2,5 Ga. Essa primeira aproximação é confirmada quando observadas as idades dos zircões detríticos que definem populações exclusivamente paleoproterozoicas e arqueanas, com picos das idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ em c. 2,2 Ga, c. 2,7 - 2,4 Ga e c. 3,2 Ga. Em contraste, a proveniência dos zircões nas formações Seridó e Jucurutu se caracteriza pela dominância de populações neoproterozoicas com picos em 700-620 Ma, 840-760 Ma e entre 1000-900 Ma na primeira, enquanto que na Formação Jucurutu as idades são mais dispersas mas ainda no mesmo intervalo neoproterozoico ([Van Schmus *et al.*, 2003](#)). Zircões paleoproterozoicos representam uma contribuição menor nestas duas unidades.

O contraste entre as assinaturas definidas para as unidades Seridó-Jucurutu e Equador necessariamente implica em uma revisão da posição estratigráfica dos quartzitos

e metaconglomerados dentro do Grupo Seridó. No entanto, essa discussão não será abordada neste trabalho, que apenas fará uso das informações disponibilizadas por M.H. Hollanda para comentar sobre possíveis correlações regionais entre as sequências metasedimentares da Província Borborema oriental.

5.2 CORRELAÇÃO ENTRE AS SEQUÊNCIAS METASEDIMENTARES ESTUDADAS E O GRUPO SERIDÓ

Os dados U/Pb in situ obtidos neste trabalho trazem uma importante contribuição para entender a evolução geológica das sequências metasedimentares neoproterozoicas que ocorrem ao longo da Zona de Cisalhamento Patos, uma estrutura de importância regional que subdivide os setores setentrional e central da Província Borborema. Nessa região afloram a sequência metasedimentar de Lavras da Mangabeira e uma outra sequência que tem sido interpretada pela CPRM (Medeiros *et al.*, 2008) como correlata do Grupo Seridó dada as suas semelhanças litológicas - paragneisses na base que gradam para biotita xisto no topo, com uma unidade intermediária quartzítica. Essa última sequência ocorre aflora entre as cidades de Cajazeiras e Coremas, na Paraíba.

Apesar do número reduzido de análises Sm/Nd aqui apresentado, nota-se que os valores das idades t_{DM} se aproximam quando comparadas os resultados das sequências estudadas com o Grupo Seridó (Figura 5.1). As idades t_{DM} são consistentemente paleoproterozoicas-arqueanas entre 2,7 e 2,5 Ga para os quartzitos e metaconglomerados de Lavras da Mangabeira e de Cajazeiras-Coremas com valores > 2,5 Ga obtidos para as rochas da Formação Equador. Quando comparadas as assinaturas U/Pb em zircões detríticos a estreita correlação é confirmada (Figura 5.1). Duas populações principais podem ser destacadas: uma em c. 2,2 Ga nas amostras JMR-2 (Lavras da Mangabeira) e JMR-8/JMR-11 (Cajazeiras-Coremas) e outra em c. 2,4 Ga na amostra JMR-3 (Lavras da Mangabeira). Notadamente essas populações são também reconhecidas para os quartzitos Equador. Também fica evidente a presença comum de outras populações mais antigas em c. 2,7 Ga e menos importante em c. 3,4 - 3,2 Ga. Nos diagramas Concórdia ilustrados no Capítulo 4 todas essas populações são definidas por um padrão de alinhamento ao longo de discórdias individuais com intercepto inferior tendendo a idades neoproterozoicas. Isso sugere que a abertura parcial do sistema U/Pb nos zircões detríticos dessas unidades é uma feição pós-deposicional, provavelmente relacionada à forte deformação brasileira vista em campo.

Com respeito às rochas metapelíticas estudadas, o paragneisse amostrado na sequência Cajazeiras-Coremas guarda estreita correlação com a assinatura de proveniência U/Pb definida em Van Schmus *et al.* (2003) para a Formação Jucurutu (Figura 5.1). O maior aporte é retratado por idades entre 800 - 700 Ma, com contribuições

menos expressivas em torno de 1000 Ma e 600 Ma. Apenas cerca de 20% dos grãos retratam a proveniência mais antiga, entre idades paleoproterozoicas e arqueanas distribuídas em intervalos semelhantes a aqueles evidenciados nos quartzitos. Infelizmente não foi possível recuperar zircões do biotita xisto amostrado dessa sequência, de forma que não foi possível a análise comparativa com a Formação Seridó.

Ao contrário da associação litoestratigráfica cartografada na região de Cajazeiras-Coremas, a sequência de Lavras da Mangabeira não inclui os paragneisses basais. Lá são identificados apenas os quartzitos e metaconglomerados dispostos diretamente sobre o embasamento (Complexo Granjeiro), os quais estão sotopostos por metapelitos xistosos semelhantes à Formação Seridó do grupo homônimo. O padrão de proveniência dos biotita xistos também ficou restrito à análise de uma única amostra, mas os resultados foram claros em definir a estreita semelhança com a assinatura definida para a Formação Seridó (Van Schmus *et al.*, 2003), ou seja, presença dominante de zircões neoproterozoicos com idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ mais jovens que c. 1000 Ma e contribuição paleoproterozoica-arqueana menor que 5% da população total analisada (Figura 5.1).

Considerando que os dados de proveniência aqui apresentados podem ser usados como ferramenta de correlação litológica entre unidades geograficamente separadas por dezenas de quilômetros, mas inseridas em um mesmo contexto tectônico, esse trabalho propõe que as sequências metasedimentares de Lavras da Mangabeira e de Cajazeiras-Coremas representem partes desmembradas do Grupo Seridó ao longo da Zona de Cisalhamento Patos. Se consideradas isoladamente as unidades metapelíticas Jucurutu e Seridó em Cajazeiras-Coremas, o rejuvenescimento das idades t_{DM} e das idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ em direção ao topo representa o padrão esperado de um ciclo deposicional contínuo sem mudanças significativas das fontes de sedimentos. No entanto, a presença de uma unidade intermediária com proveniência paleoproterozoica-arqueana necessita de novas considerações sobre o empilhamento estratigráfico proposto por Medeiros *et al.* (2008). Dada a correlação com o Grupo Seridó as propostas de revisão litosestratigráficas necessariamente devem ser estendidas para a região de Cajazeiras-Coremas. O mesmo aplica-se à sequência de Lavras da Mangabeira, muito embora lá os paragneisses Jucurutu não sejam cartografados. É importante observar que essa unidade é lateralmente descontínua na Faixa Seridó, o que poderia explicar a sua ausência em Lavras da Mangabeira.

5.3 ORIGEM PARA AS PROVÁVEIS FONTES DO GRUPO SERIDÓ

Qualquer tentativa de correlacionar as fontes identificadas a partir das idades U/Pb em zircões detríticos com rochas de mesma idade hoje expostas deve ser cuidadosa. Nesse sentido, falta um banco de dados geocronológicos preciso sobre o precambriano

da província, o conhecimento do cenário paleogeográfico de terrenos durante o Neoproterozoico e, principalmente, dados básicos de paleocorrentes hoje indisponíveis devido os efeitos da intensa deformação regional do Ciclo Brasileiro.

Mesmo considerando as limitações inerentes a estudos de proveniência de sucessões metasedimentares antigas é possível vincular algumas unidades hoje reconhecidas na Província Borborema setentrional (do ponto de vista geocronológico) com as fontes de sedimentos identificadas nas sequências estudadas. Quanto às contribuições paleoproterozoicas e arqueanas, sabe-se que o substrato de embasamento gnáissico de todo o setor setentrional é constituído por rochas ortoderivadas de idades c. 2,25 - 2,1 Ga (Riaciano) e c. 2,4 - 2,3 Ga (Sideriano), representando períodos importantes de acreção crustal identificados nos domínios Ceará Central e Médio Coreaú (Fetter *et al.*, 1999) e Rio Grande do Norte (Dantas, 1992; Souza *et al.*, 2008; Hollanda *et al.*, 2011) expostos como embasamento das faixas móveis meso- e neoproterozoicas. As idades mais antigas obtidas nos zircões detríticos se agrupam em definir uma outra população importante em c. 2,7 - 2,6 Ga que na Província Borborema tem sua representação nas rochas do Maciço de Tróia-Pedra Branca (Fetter, 1999; Fetter *et al.*, 2000, 2003) e com menor contribuição nas rochas mais jovens do núcleo arqueano São José do Campestre (Dantas *et al.*, 2004). Esse núcleo também poderia ser pensado como uma das possíveis fontes para a população de grãos arqueanos que é encontrada nas unidades quartzíticas em todas as sequências metasedimentares estudadas.

Quando analisadas as contribuições neoproterozoicas a conexão com fontes conhecidas na província é mais difícil. O atual conhecimento de processos acrescionários neoproterozoicos (ou ainda da transição Meso-Neoproterozoico) aponta para a ocorrência ampla de terrenos com idades entre 1,05 - 0,95 Ga reconhecidos na Zona Transversal (terrenos Rio Capibaribe, Alto Pajeú; Van Schmus *et al.*, 1995; Brito Neves *et al.*, 2000; Kozuch., 2003) e no maciço Pernambuco-Alagoas a sul. No entanto, grande parte das idades neoproterozoicas obtidas nos zircões detríticos das unidades metapelíticas estão no intervalo entre 800 - 600 Ma e cujos representantes na Província Borborema ainda não são precisamente identificados. Idades nesse intervalo foram identificadas em vulcânicas da sequência Martinópolis (Fetter *et al.*, 2003) e, mais recentemente, em tipos plutônicos de ocorrência ainda pontual no Ceará Central (Araújo *et al.*, 2012). Por outro lado, as idades em c. 600 Ma são reconhecidas principalmente no maciço de Santa Quitéria (Fetter *et al.*, 1999, Santos *et al.*, 1998, Prado *et al.*, 1981).

Por fim, as idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ em torno de 590 - 570 Ma reconhecidas nas unidades neoproterozoicas representam uma proporção menor na assinatura de proveniência das unidades metapelíticas, ainda menos importante quando considerado que parte das análises foi obtida em bordas recristalizadas e, portanto, representam prováveis idades de

metamorfismo brasileiro nessas rochas. Apenas duas análises foram obtidas em setores aparentemente ígneos (com zonação oscilatória), sugerindo tratar-se de proveniência mais jovem. No entanto, dada a baixa representatividade dessas idades no conjunto total de dados qualquer interpretação baseada nessa informação ainda deve ser considerada inconclusiva.

5.4 A TRANSIÇÃO NEOPROTEROZOICO-PALEOZOICO

Os resultados apresentados neste trabalho contribuíram para o reconhecimento de variações importantes entre os padrões de proveniência identificados para as sequências neoproterozoicas e aqueles definidos para as duas sucessões sedimentares eo-paleozoicas que afloram nas bacias de Iara e Barro.

Em termos gerais a proveniência das unidades eo-paleozoicas se assemelha àquela das unidades pre-cambrianas dada a presença de dois conjuntos bem individualizados de idades U/Pb: um neoproterozoico entre c. 1000 - 600 Ma e outro paleoproterozoico entre c. 2,5 - 1,8 Ga, com menor contribuição arqueana > 2,5 Ga. Destaca-se como diferença marcante a presença mais expressiva de zircões paleoproterozoicos-arqueanos nessas bacias quando comparadas com as proporções reconhecidas para as formações Seridó e Jucurutu (ver Figura 5.1). Se levado em conta que o embasamento antigo deveria estar pouco disponível quando da deposição final do Grupo Seridó, representado pelos metapelitos da Formação Seridó (amostra PT-10 deste trabalho e dados de Van Schmus *et al.*, 2003), seria esperado decréscimo ainda maior de contribuição dessa fonte nas bacias eo-paleozoicas ou mesmo a ausência completa de zircões antigos. No entanto, o componente paleoproterozoico-arqueano na Bacia de Barro representa mais que 50% do total de grãos analisados contra 40% do total na Bacia de Iara.

Outra característica importante que pode ser observada a partir dos dados de proveniência U/Pb é a presença de zircões muito jovens, com idades entre 600 - 550 Ma especialmente encontrados no arenito da Bacia de Iara e totalizando cerca de 85% dos zircões neoproterozoicos datados. Considerando que essa bacia está preservada de qualquer evento de deformação/metamorfismo regional e que o início da deposição é creditado ao siluro-devoniano, aquelas idades necessariamente refletem contribuição externa à bacia. Em adição, os spots analíticos foram feitos em setores ígneos indicando também que as idades obtidas devem ser interpretadas como de cristalização desses zircões.

Essa assinatura de proveniência permite concluir que as bacias eo-paleozoicas ao longo da Zona de Cisalhamento Patos tiveram sua deposição inicial controlada pelo aporte combinado de material fonte neoproterozoico de idades diversas, com especial

contribuição de fontes c. 600-550 Ma, e de material sedimentar mais antigo de idades paleoproterozoicas-arqueanas. Nesse último caso, as contribuições poderiam representar a reciclagem das sucessões neoproterozoicas pre-existentes, mais especificamente das unidades quartzíticas visto a presença expressiva de zircões com idades > 2,0 Ga.

5.5 CONCLUSÕES

Dos resultados apresentados neste trabalho podemos concluir:

- a. A assinatura isotópica Sm/Nd em rocha total dada pelos valores das idades modelo t_{DM} estão em estreita sintonia com os padrões de idades U/Pb em zircões detriticos, em todas as unidades estudadas, mostrando a inegável eficiência dessas ferramentas analíticas para o estudo de proveniência de sequências metasedimentares precambrianas.
- b. A assinatura de proveniência das unidades quartzíticas tanto em Lavras da Mangabeira quanto em Cajazeiras-Coremas são semelhantes, com populações de zircões > 2,0 Ga, enquanto que as unidades metapelíticas das duas sequências mostram padrões de idades predominantemente neoproterozoicos com menor contribuição paleoproterozoica.
- c. Os dados Sm/Nd e U/Pb permitem correlacionar perfeitamente as assinaturas de proveniência das sequências estudadas (Cajazeiras-Coremas e Lavras da Mangabeira) com aquela definida para o Grupo Seridó, indicam que as mesmas são parte de uma única bacia desmembrada pela deformação transcorrente da Zona de Cisalhamento Patos, em cerca de 300 km.
- d. O padrão de proveniência de unidades eo-paleozoicas apontam para a contribuição expressiva de fontes brasileiras de c. 600 - 550 Ma, combinadas com material provavelmente oriundo da reciclagem das sequências metasedimentares neoproterozoicas.

Figura 5.1. Correlação dos padrões de proveniência sedimentar entre as seqüências Cajazeiras-Coremas, Lavras da Mangabeira e bacias eo-paleozoicas.

Referências bibliográficas

- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves B., & Fuck, R., 1977. Províncias estruturais brasileiras. *In: Simpósio de Geologia do Nordeste*, 7, Campina Grande, Atas, p. 363-391.
- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves B., & Fuck, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sciences Reviews*, v. 17, p. 1-29.
- Arai, M., 2006. Revisão Estratigráfica do Cretáceo Inferior das Bacias Interiores do Nordeste do Brasil. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 25 (1), p. 7 -15.
- Archanjo, C.J., & Salim, J., 1986. Posição da Formação Seridó no contexto estratigráfico regional (RN-PB). *In: Simpósio de Geologia do Nordeste*, 12, Atas, p. 270-281.
- Archanjo, C.J., Viegas, L.G., Hollanda, M.H.B.M., Souza, L.C., & Liu, D., 2012. Timing of the HT/LP transpression on the Neoproterozoic Seridó Belt (Borborema Province, Brazil). *Gondwana Research (In Press)*.
- Arndt, N.T., & Goldstein, S.L., 1987. Use and abuse of crust-formation ages. *Geology*, v. 15 (10), p. 893-895.
- Assine, M.L., 1992. Análise estratigráfica da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v.22 (3), p. 289-300.
- Baumgartner, R., Romer, R.L., Moritz, R., Sallet R., & Chiaradia, M., 2006. Columbite-tantalite-bearing granitic pegmatites from the Seridó Belt, northeastern Brazil: genetic constraints from U-Pb dating and Pb isotopes. *Canadian Mineralogist*, v. 44:, p. 69-86.
- Bizzi, L.A., Schobbenhaus, C., Vidotti, R.M., & Gonçalves, J.H., 2003. *In: Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Mapa Geológico 1: 2.500.000. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Bacias Sedimentares Paleozóicas e Meso-Cenozóicas Interiores*, 692 p.
- Brito Neves, B.B. de., 1975. Regionalização geotectônica do Precambriano nordestino. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Livre Docência, 177 p.
- Brito Neves, B.B. de., 1983. O mapa geológico do nordeste do Brasil, Escala 1/1.000.000. Tese de Livre Docência, Departamento de Geologia Geral, USP, São Paulo-SP, Brasil, 177 p.
- Brito Neves, B.B., Santos, E.J., & Van Schmus, W.R., 2000. Tectonic History of the Borborema Province, Northeast Brazil. *In: Cordani, U.G., Milani, E. J., Thomaz Filho, A. Campos, D.A. (Eds.), Tectonic Evolution of South America*, Rio de Janeiro, 31st International Geological Congress, p. 151–182.
- Caby, R., 1985. New geodynamic concepts regarding the crustal evolution of the NE Brazil. Abstr. Conference Tectonics Geochemical. Early to Middle Proterozoic fold belts. BMR Record 1985/28.

- Caby, R., & Arthaud, M.H., 1986. Major Precambrian nappes of the Brazilian belt, Ceará, northeast Brazil. *Geology*, v. 14, p. 871-874.
- Caby, R., Arthaud, M.H., & Vauchez, A., 1991. Crustal Evolution and the Brasiliano orogeny in Northeast Brazil. *In*: Dallmeyer, R.D., & Lecorché, J.P. (eds). *The West African Orogens and Circum Atlantic correlatives*. Springer-Verlag, p. 373-397.
- Caby, R., Arthaud, M.H., & Archanjo, C.J., 1995. Lithostratigraphy and petrostructural characterization of supracrustal units in the Brasiliano Belt of Northeast Brazil: geodynamic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8 (3/4), p. 235-246.
- Carvalho, I.S., 1996. As pegadas de dinossauros da bacia do Uiraúna-Brejo das Freiras (Cretáceo Inferior, estado da Paraíba). *In*: *Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 4, Rio Claro, Boletim, p. 115-121.
- Corfu, F., Hanchar, J.M., Hoskin, P.W.O., & Kinny, P., 2003. Atlas of zircon textures. *In*: Hanchar, J.M., Hoskin, P.W.O. *Zircon. Review in Mineralogy and Geochemistry*, v. 53, p. 426-466.
- Corsini, M., Vauchez, A., & Caby, R., 1996. Ductile duplexing at a bend of a continental-scale strike slip shear zone: example from NE Brazil. *Journal of Structural Geology*, v. 18, p. 358-394.
- Dantas, E.L., 1992. Evolução tectono-magmática do maciço poli-diapírico São Vicente/Floriania-RN. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista UNESP, Rio Claro, 206 p.
- Dantas, E.L., 1997. Geocronologia U/Pb e Sm/Nd de terrenos Arqueanos e Paleoproterozóicos do Maciço Caldas Brandão, NE Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista UNESP, Rio Claro-SP, 201 p.
- Dantas, E.L., Van Schmus, W.R., Hackspacher, P.C., Fetter, A.H., Brito Neves, B.B., Cordani, U., Nutman, A.P., & Williams, I.S., 2004. The 3.4 e 3.5 Ga São José do Campestre massif, NE Brazil: remnants of the oldest crust in South America. *Precambrian Research*, v. 130, p. 113-137.
- De Paolo, D.J., & Wasserburg, G.J., 1976. Inferences about magma sources and mantle structure from variations of $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$. *Geophysics Research Letters*, v. 3, p. 743-746.
- Fetter, A. H., 1999. U-Pb and Sm-Nd constraints on the crustal framework and geologic history of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for the assembly of Gondwana. Tese de Doutorado, Univ. Kansas, 164 p.
- Fetter, A.H., Van Schmus, W.R., Santos, T.J.S., Arthaud, M., & Nogueira Neto, J.A., 2000. U-Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal evolution and basement architecture of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the

- existence of the Paleoproterozoic supercontinent Atlantica. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, p. 102-106.
- Fetter, A.H., Saraiva dos Santos, T.J., Van Schmus, W.R., Hackspacher, P.C., Brito Neves, B.B., Arthaud, M.H., Nogueira Neto, J.A., & Wernick, E., 2003. Evidence for Neoproterozoic Continental Arc Magmatism in the Santa Quitéria batholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the Assembly of West Gondwana. *Gondwana Research*, v. 6, p. 265-273.
- Gomes, J.R. de C., Vasconcelos, A.M., & Torres, P.F.M., 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Jaguaribe-SW, Jaguaribe SB.24-Z. Estado do Ceará, Escala 1:500000. Brasília, CPRM.
- Hackspacher, P.C., Van Schmus, W.R. & Dantas, E.L. 1990. Um embasamento Transamazônico na Província Borborema. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 36, Natal, Anais, v. 6.
- Hollanda, M.H.B.M., Pimentel, M.M., & Jardim de Sá, E.F., 2003. Paleoproterozoic subduction-related metasomatic signatures in the lithospheric mantle beneath NE Brazil: Inferences from trace elements and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of Neoproterozoic high-K igneous rocks. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 15 (8), p. 885-900.
- Hollanda, M.H.B.M., Archanjo, C.J., & Souza, L.C., 2010. História de proveniência do Grupo Seridó (Província Borborema), com base em dados isotópicos. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 45, Belém, Anais, p. 87.
- Hollanda, M.H.B.M., Archanjo, C.J., Souza, L.C., Dunyi, L., & Armstrong, R., 2011. Long-lived Paleoproterozoic granitic magmatism in the Seridó-Jaguaribe domain, Borborema Province-NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 32, p. 287-300.
- Jardim de Sá, E.F., & Salim, J., 1980. Reavaliação dos conceitos estratigráficos na região do Seridó (RN-PB). *Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, v. 417, p. 16-28.
- Jardim de Sá, E.F., Legrand, J.M., & McReath, I., 1981. "Estratigrafia" de rochas granitóides na região do Seridó (RN-PB), com base em critérios estruturais. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 11, p. 50-57.
- Jardim de Sá, E.F., 1984. Geologia da região do Seridó: reavaliação de dados. *Simpósio de Geologia do Nordeste*, 11, Atas, p. 278-296.
- Jardim de Sá, E.F., Macedo, M.H.F., Legrand, J.M., McReath, I., Galindo, A.C., & Sá, J.M., 1987. Proterozoic granitoids in a polycyclic setting: the Seridó Region, NE Brazil. *Intern. Symp. Granites Assoc. Mineraliz., Extended Abstracts*, p. 103-110.
- Jardim de Sá, E.F., 1994. A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) na Cadeia Brasileira/Pan-Africana. Instituto de Geociências. Universidade de Brasília. Tese de

Doutorado, 803 p.

- Jardim de Sá, E.F., 1995. A faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileiro/Pan-Africana. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 16, Recife, Atas, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Nordeste (Boi. 14, v. 2), p. 394-398.
- Jardim de Sá, E.F., Fuck, R.A., Macedo, M.H.F., Peucat, J.J., Kawashita, K., Souza, Z.S., & Bertrand, J.M., 1995. Pré-brasiliano orogenic evolution in the Seridó Belt, NE Brazil: conflicting geochronological and structural data. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 25 (4), p. 307-314.
- Köppel V., & Sommerauer J., 1974. Trace elements and the behaviour of the U-Pb system in inherited and newly formed zircons. *Contribution Mineral Petrology*, v. 43, p. 71-82.
- Kozuch, M., 2003. Isotopic and trace element geochemistry of early Neoproterozoic gneissic and metavolcanic rocks in the Cariris Velhos Orogen of Borborema Province, Brazil, and their bearing on tectonic setting. Tese (Doutorado), University of Kansas, 199 p.
- Legrand, J.M., Liegeois, J.P., & Deutsch, S., 1991. Datação U/Pb e Rb/Sr de Rochas Precambrianas da Região de Caicó. Reavaliação da Definição de um Embasamento Arqueano. In: XIV Simpósio de Geologia do Nordeste, Recife. Sociedade Brasileira de Geologia, Anais, p. 276-279.
- Loios, V.A.P., 2009. Métodos de Preparação e Separação de Minerais no CPGeo –IGC-USP. Simpósio 45 Anos de Geocronologia no Brasil, Boletim de Resumos Expandidos.
- Ludwig, K.R., 2003. Isoplot 3.00: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel® (Revised version). Berkeley Geochronological Center, Special Publ. 4, Berkeley, California, 70p.
- Macedo, M.H.F., Jardim de Sá, E.F., & Sá, J.M., 1984. Datações Rb-Sr em ortognaisses e a idade do Grupo Seridó. Simpósio de Geologia do Nordeste, 11, Atas, p. 253-262.
- Mass, M.V.R., Oliveira C.G., Pires, A.C.B., & Moraes, R.A.V., 2003. Aplicação da geofísica da geofísica aérea na Exploração Mineral e Mapeamento Geológico do setor sudoeste do Cinturão cuprífero Orós-Jaguaribe. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(3), 279-288.
- Medeiros, V.C., 2004. Evolução geodinâmica e condicionamento estrutural dos terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, Domínio da Zona Transversal, NE do Brasil, Natal. Tese de Doutorado, PPGG/UFRN, 200 p.
- Medeiros, V.C., Amaral, C.A., Rocha, D.E.G.A., & Santos, R.B., 2008. Geologia e Recursos Minerais da Folha Sousa SB.24-X-A. Escala 1:250.000. Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. Recife, CPRM –Serviço Geológico do Brasil,

2008. 312p il. + mapas.
- Nasdala, L., Zhang, M., Kempe, U., Panezer, G., Gaft, M., Andrut, M., & Plötze, M., 2003. Spectroscopic Methods Applied to Zircon. *In: Hanchar, J.M., Hoskin, P.W.O. Zircon. Review in Mineralogy and Geochemistry*, v. 53, p. 426-466.
- Parente, C.V., 1984. Geologia da mineralização de cobre de Mandacaru-PI. Brasília, Instituto de Geociências, UnB, Dissertação de Mestrado, 203 p.
- Parente, C.V., Arthaud, M.H., & de Oliveira, F.V.C., 1990. Geologia da bacia eo-paleozoica de Iara-CE. *Revista de Geologia*, v.3, p. 29 – 39.
- Petronilho, L.A., 2009. Método Sm-Nd no CPGeo-IGC-USP: Procedimentos Analíticos Atualmente em Rotina. Simpósio 45 Anos de Geocronologia no Brasil, Boletim de Resumos Expandidos.
- Ponte, F.C., & Appi, C.J., 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 36, Natal, Anais, Sociedade Brasileira de Geologia, v. 1, p. 211-226.
- Ponte F.C., Hashimoto, & A.T., Dino, R. (Coords.), 1991. Geologia das bacias sedimentares mesozóicas do interior do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: PETROBRAS/CENPES/DIVEX/SEBIPE, 278 p.
- Prado, F. da S., Oliveira, A.A. de, Leite, E.A., Gomes, F.E.M., & Colares, J.Q. dos S., 1980. Projeto Lavras da Mangabeira: Mapa geológico integrado. Escala 1:200.000. Fortaleza, DNPM/CPRM, 2v.
- Prado, E.S, Mendona, J.C.G., Moraes, J.B.A., Nedeiros, M.F., Andrade, P.R.S. & Medeiros, R.P. 1981. Projeto Martinópolis. DNPM/CPRM, Relatório Final, v. 5.
- Santos, E.J. dos, & Brito Neves, B.B., 1984. Província Borborema. *In: Almeida, F.F.M. de, Hasui, Y. O pré-cambriano do Brasil*. São Paulo: Edgard Blucher, Cap.5, p. 123 -186.
- Santos, E.J., Coutinho, M.G.N., Costa, M.P.A., & Ramalho, R., 1984. A Região de Dobramentos Nordeste e a Bacia do Parnaíba, incluindo o Cratón de São Luís e as Bacias Marginais. *In: Geologia do Brasil*, eds. Schobbenchhaus, C., Campos, D.A., Derze, G.R., Asmus, H.E., p. 131-189. Ministério das Minas e Energia-Departamento Nacional da Produção Mineral.
- Santos, E.J., 1996. Ensaio preliminar sobre Terrenos e Tectônica Acrescionária na Província Borborema. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 39, Salvador, 6, p. 47-50.
- Santos, E.J. dos, Oliveira, R.G., & Paiva, I.P., 1997. Terrenos no Domínio Transversal da Província Borborema: controles sobre acreção e retrabalhamento crustais ao sul do Lineamento Patos. *In: Simpósio de Geologia do Nordeste*, 17, Fortaleza, Boletim 15, p. 141-144.
- Santos, E.J., Brito Neves, B.B., Van Schmus, W.R., Oliveira, R.G., & Medeiros, V.C.,

2000. An overall view on the displaced terrane arrangement of the Borborema Province, NE-Brazil. *In*: 31st International Geological Congress, 2000, Rio de Janeiro. Proceedings, in CD-Rom.
- Sato, K., Siga Jr O., Sproesser, W., & Onoe, A.T., 2009. Excimer Laser (193 nm) acoplado ao ICP-MS Neptune: primeiros resultados de análises isotópicas "*In situ*" de U, Pb, Lu e Hf em zircão, monazita e xenotima no CPGeo-IGc-USP. Simpósio 45 Anos de Geocronologia no Brasil, São Paulo, Boletim de Resumos Expandidos, p. 131-133
- Sato, K., Tassinari, C.C.G., Kawashita, K., & Petronilho, L., 1995. O Método Geocronológico Sm-Nd no IG/USP e suas Aplicações. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, v. 67, p. 315-336.
- Silva, L.C., McNaughton N., Vasconcelos, A.M., Gomes, J.R.C., & Fletcher, I.R.C., 1997. U-Pb SHIMP ages in the southern State of Ceará, Borborema Province, NE Brazil: Archean TTG accretion and Proterozoic crustal reworking. *In*: International Symposium on Granites and Associated Mineralizations - ISGAM, 2, Salvador. Extended Abstract and Program, p. 280-281.
- Souza, Z.S., 1991. Petrogénese des metagranitoides du Complexe de Caicó, Province Borborema (Etat du Rio Grande do Norte, Brésil), *Mém. DESS, Inst. Géol., Univ. Rennes I*, 87 p.
- Souza, Z.S., Martin, H., Macedo, M.H.F., Peucat, J.J., & Jardim de Sá, E.F., 1993. Um segment de croute continentale juvenile d'âge protérozoïque inferieur Du Complexe Caicó (Rio Grande do Norte, NR Brésil), *Comptes Rendu Académie Sciences, Paris*, T. III 316, p. 201-208.
- Souza, Z.S., Martin, H., Peucat, J.J., Jardim de Sá, E.F., & Macedo, M.H.F., 2007. Calc-alkaline magmatism at the Archean-Proterozoic transition: the Caicó complex basement (NE Brazil). *Journal of Petrology*, v. 48, p. 2149-2185.
- Stacey, J.S. & Kramers, J.D., 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 26, p. 207-221.
- Teixeira, A.L., Gaucher, C., Paim, P.S.G., Fonseca, M.M., Parente, C.V., Silva Filho, W.F., & Almeida, A.R., 2004. Bacias do estágio de transição da Plataforma Sul-Americana. *In*: Mantesso-Neto, V., Bartorella, A., Carneiro, C.D.R., Brito Neves, B.B. (Orgs). *Geologia do Continente Sul-Americano. Evolução da Obra De Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Beca, Cap. 29, p. 487-536.
- Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Hackspacher, P., & Babinski, M., 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8 (3/4), p. 267-288.
- Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Williams, I.S., Hackspacher, P., Ferrer, A.H., Dantas, E.L., & Babinski, M., 2003. The Seridó group of the NE Brazil, a late

- Neoproterozoic pre-to syn- collisional basin in West Gondwana: insights from SHRIMP U-Pb detrital zircon ages and Sm-Nd crustal residence (T_{DM}) ages. *Precambrian Research*, v. 127, p. 287-327.
- Van Schmus, W.R., Kozuch, M., & Brito Neves, B.B. de, 2011. Precambrian history of the Zona Transversal of the Borborema Province, NE Brazil: Insights from Sm-Nd and U-Pb geochronology. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 31, p. 227-252.
- Vasconcelos, A.M., Gomes, I.P., & Moura, C.A.V., 1997. Caracterização dos ortognaissos calcálicos da região de Granjeiro-sul do Estado do Ceará-Brasil. In: *Simpósio de Geologia do Nordeste*, 17, Fortaleza, Resumos Expandidos, Bol. 15, p. 137-138.
- Vasconcelos, A. M., Prado, F.S., & Gomes, E.M., 1998. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Iguatu. Folha SB.24-Y-B. Estado do Ceará. Escala 1: 250.000. Geologia e Metalogênese. Brasília. CPRM, 148 p, 2 mapas.
- Vaucher, A., Neves, S., Caby, R., Corsini, M., Eglydio-Silva, M. Arthaud, M., & Amaro, V., 1995. The Borborema shear zone systems, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8, p. 247–266.
- Vaucher, A., & outros 11., 1991. The continental scale shear zones system of NE Brazil, an example of Panafrican intraplate tectonics. In: *International Conference on Circum-Pacific Terranes*, 4, Resumos Expandidos, Santiago, Universidad de Chile, v. 42, p. 233-237.
- Wetherill, G.W., 1956. Discordant uranium lead ages, I. *Transactions, American Geophysical Union*, v.37 (3), p. 320-326.

ANEXO 1

TABELA.2 RESULTADOS METODO ISOTOPICO Sm-Nd

		COORDENADAS										
AMOSTRA	ROCHA	NORTE	ESTE	Sm (ppm)	Nd (ppm)	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	erro ¹	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	erro (2σ)	T _{DM} ¹ (Ga)	εNd(0)	εNd(2.35)
Complexo Granjeiro												
JMR1A	Epídoto-biotita ortognaisse	508518	9253606	11.666	105.749	0.0667	0.0004	0.510503	0.000011	2.6	-41.64	-2.22
JMR1B	Epídoto-biotita ortognaisse	508403	9253635	5.816	36.156	0.0973	0.0006	0.510991	0.000015	2.7	-32.12	-1.98
Sequência Metasedimentar Lavras da Mangabeira												
JMR2	Muscovita quartzito	507129	9258147	2.347	14.277	0.0994	0.0006	0.511024	0.000015	2.7	-31.48	
JMR3	Muscovita quartzito	504321	9258954	1.281	7.802	0.0993	0.0007	0.511149	0.000009	2.5	-29.05	
Sequência Metasedimentar Seridó (Região entre Cajazeiras e Coremas-PB)												
Formação Jucurutu												
JMR12	Granada-biotita paragnaisse	612829	9224050	15.043	66.902	0.1360	0.0008	0.511695	0.000009	2.7	-18.39	
Formação Equador												
JMR8	Muscovita quartzito	560496	9227216	3.942	22.935	0.1039	0.0006	0.511130	0.000010	2.7	-29.42	
JMR9	Muscovita quartzito	560169	9227694	2.492	16.662	0.0904	0.0005	0.511059	0.000010	2.5	-30.80	
JMR11	Muscovita quartzito	612213	9223643	1.533	9.668	0.0959	0.0006	0.511145	0.000015	2.5	-29.12	
Formação Seridó												
JMR10	Biotita-xisto	614537	9222860	6.336	30.041	0.1275	0.0008	0.512347	0.000003	1.2	-5.68	
Bacias Paleozoicas												
Bacia de Iara												
JMR4	Arenito Arcosiano	523864	9219259	1.371	5.275	0.1572	0.0009	0.512040	0.000015	2.7	-11.66	
Bacia de Barro												
JMR5	Arenito Litico	524111	9206408	3.359	21.006	0.0967	0.0006	0.511622	0.000012	1.9	-19.81	

Tabela 2. Resultados isotópicos Sm/Nd para amostras das sequências metasedimentares estudadas.

ANEXO 2

Tabela 3 - DADOS U / Pb *in situ* (MC) LA-ICPMS.

Notas: As letras C = Centro (Setor com sobrecrecimento ígneo); B = Borda. Indicam o local no grão onde foi feita a análise.

rho = coeficiente de correlação

conc = porcentagem de concordância entre as razões $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ e $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$

■ Indica aqueles análises concordantes com recristalização ao redor de 575 Ma.

4.3.1.1. Amostra LM 3: "Ortognaíse" grãos zircão ígneo

Spot	Local	Razões				p	conc.	Idades			
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$			$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 1\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th} \pm 1\sigma$
1.1	C	15,276	0.412	0.510	0.005	0.992	93.60%	2656±22	2832 ± 26	2960 ± 20	2465 ± 41
2.1	C	19,790	0.527	0.597	0.006	0.977	97.90%	3015±24	3081 ± 27	3124 ± 104	2507 ± 33
3.1	C	19,823	0.536	0.593	0.006	0.948	97.40%	3002±25	3082 ± 27	3135 ± 107	2575 ± 35
4.1	C	18,119	0.415	0.515	0.005	0.992	92.60%	2678±22	2883 ± 26	3030 ± 172	2263 ± 26
4.2	C	6,148	0.171	0.254	0.003	0.980	68.80%	1457±13	1997 ± 24	2613 ± 79	349 ± 11
5.1	C	15,371	0.421	0.504	0.005	0.912	92.50%	2632±23	2838 ± 26	2987 ± 25	2118 ± 33
6.1	C	17,303	0.499	0.540	0.006	0.957	94.20%	2785±25	2951 ± 26	3067 ± 16	2547 ± 35
6.2	C	17,316	0.419	0.562	0.006	0.999	97.40%	2568±22	2824 ± 25	3012 ± 90	2169 ± 26
7.1	C	19,468	0.425	0.578	0.005	0.994	95.80%	2876±23	2952 ± 25	3004 ± 103	2956 ± 52
8.1	C	13,280	0.340	0.444	0.005	0.993	87.00%	2938±22	3065 ± 26	3149 ± 126	2562 ± 38
9.1	C	16,006	0.402	0.503	0.005	0.998	90.90%	2370±20	2699 ± 25	2956 ± 49	2262 ± 46
10.1	C	18,155	0.489	0.561	0.006	0.902	95.70%	2627±21	2877 ± 25	3056 ± 117	2369 ± 23
11.1	C	15,144	0.414	0.489	0.005	0.985	90.50%	2872±25	2998 ± 26	3083 ± 42	2741 ± 56

4.3.1.2. Amostra JMR 1A: "Ortognaíse" grãos de zircão ígneo

Spot	Local	Razões				p	conc.	Idades			
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$			$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 1\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th} \pm 1\sigma$
1.1	C	8,849	0.212	0.428	0.006	0.767	98.80%	2295 ± 28	2322 ± 21	2346 ± 21	2556 ± 95
2.1	C	4,379	0.105	0.240	0.003	0.999	79.20%	1386 ± 16	1708 ± 18	2129 ± 190	2077 ± 67
3.1	C	8,670	0.228	0.423	0.007	0.572	98.70%	2274 ± 31	2303 ± 23	2330 ± 29	2655 ± 130
4.1	C	8,867	0.247	0.429	0.008	0.727	98.90%	2299 ± 33	2324 ± 25	2346 ± 27	2831 ± 125
5.1	C	8,821	0.205	0.427	0.006	0.861	98.70%	2289 ± 27	2319 ± 21	2345 ± 18	2752 ± 79
6.1	C	8,665	0.213	0.418	0.006	0.677	97.60%	2252 ± 28	2303 ± 22	2348 ± 22	2751 ± 110
7.1	C	8,767	0.212	0.428	0.006	0.613	99.20%	2296 ± 28	2314 ± 22	2329 ± 28	2664 ± 68
8.1	C	8,725	0.197	0.420	0.006	0.849	97.80%	2259 ± 26	2309 ± 20	2354 ± 17	2763 ± 74
9.1	C	8,720	0.187	0.424	0.006	0.869	98.60%	2277 ± 24	2309 ± 19	2337 ± 14	2766 ± 72
10.1	C	8,870	0.196	0.429	0.006	0.849	98.90%	2298 ± 26	2324 ± 20	2347 ± 12	2890 ± 78
11.1	C	8,939	0.218	0.430	0.007	0.770	98.80%	2303 ± 29	2331 ± 22	2356 ± 20	2857 ± 108
12.1	C	8,970	0.271	0.435	0.008	0.533	99.80%	2329 ± 37	2334 ± 27	2339 ± 38	2747 ± 168
13.1	C	8,514	0.235	0.414	0.007	0.552	97.50%	2230 ± 32	2287 ± 25	2338 ± 24	2610 ± 156
14.1	C	8,720	0.199	0.423	0.006	0.536	98.40%	2273 ± 24	2309 ± 20	2341 ± 25	2414 ± 142
15.1	C	8,949	0.190	0.432	0.005	0.869	99.10%	2312 ± 23	2332 ± 19	2350 ± 18	2579 ± 123
16.1	C	9,024	0.218	0.434	0.006	0.706	99.20%	2321 ± 27	2340 ± 22	2357 ± 29	2775 ± 117
17.1	C	8,634	0.231	0.414	0.007	0.808	97.00%	2233 ± 29	2300 ± 24	2360 ± 23	2500 ± 160
18.1	C	8,749	0.204	0.421	0.006	0.403	98.00%	2265 ± 25	2312 ± 21	2353 ± 23	2926 ± 117
19.1	C	8,883	0.213	0.428	0.006	0.726	98.70%	2296 ± 26	2326 ± 21	2352 ± 23	2903 ± 120
20.1	C	8,560	0.217	0.415	0.006	0.622	97.60%	2237 ± 27	2292 ± 23	2341 ± 23	2874 ± 168
21.1	C	8,657	0.204	0.418	0.006	0.358	97.80%	2252 ± 25	2302 ± 21	2347 ± 20	2794 ± 147
22.1	C	8,846	0.190	0.428	0.005	0.255	98.80%	2295 ± 23	2322 ± 19	2346 ± 21	2697 ± 134
23.1	C	8,935	0.198	0.433	0.006	0.834	99.50%	2320 ± 24	2331 ± 20	2340 ± 22	2894 ± 139
24.1	C	8,954	0.170	0.431	0.005	0.863	99.10%	2311 ± 21	2333 ± 17	2352 ± 11	2840 ± 86
25.1	C	9,099	0.184	0.439	0.005	0.824	99.80%	2343 ± 22	2348 ± 18	2351 ± 15	2879 ± 105
26.1	C	8,877	0.226	0.428	0.006	0.770	98.70%	2294 ± 28	2325 ± 23	2352 ± 26	2884 ± 176

4.3.1.3. Amostra LM 2: "Anfibolito"

Razões				Idades			
--------	--	--	--	--------	--	--	--

Spot	Local	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	ρ	conc.	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 1\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th} \pm 1\sigma$
1.1	C	13,606	0.341	0.489	0.006	0.832	94.00%	2564 ± 24	2722 ± 24	2842 ± 82	2762 ± 46
1.2	C	14,551	0.332	0.517	0.006	0.997	78.00%	810 ± 9	1010 ± 18	1474 ± 139	459 ± 11
2.1	C	1,706	0.048	0.134	0.002	0.988	97.30%	2199 ± 24	2259 ± 26	2313 ± 33	2182 ± 77
3.1	C	8,253	0.237	0.407	0.005	0.969	80.10%	1875 ± 19	2290 ± 24	2684 ± 126	1736 ± 38
4.1	C	8,540	0.243	0.338	0.004	0.999	81.60%	1897 ± 18	2282 ± 22	2647 ± 163	1871 ± 34
5.1	C	8,470	0.207	0.342	0.004	0.997	81.20%	1671 ± 16	2019 ± 22	2395 ± 120	801 ± 28
6.1	C	6,305	0.154	0.296	0.003	0.993	71.90%	1217 ± 12	1615 ± 21	2181 ± 196	688 ± 21
7.1	C	3,909	0.103	0.208	0.002	0.993	95.70%	2159 ± 23	2254 ± 25	2341 ± 34	2317 ± 57
8.1	B	8,208	0.228	0.398	0.005	0.994	85.60%	1671 ± 20	1931 ± 28	2222 ± 55	1853 ± 105
9.1	B	5,698	0.176	0.296	0.004	0.995	78.70%	1380 ± 15	1709 ± 22	2141 ± 93	910 ± 43
9.2	C	13,533	0.347	0.489	0.006	0.964	94.20%	2564 ± 24	2717 ± 24	2833 ± 12	2858 ± 50
10.1	B	4,386	0.122	0.239	0.003	0.979	79.90%	1839 ± 14	2251 ± 22	2649 ± 485	1615 ± 31
11.1	C	8,180	0.143	0.330	0.003	0.999	96.40%	2687 ± 23	2786 ± 23	2858 ± 36	2605 ± 38

4.3.2 SEQUÊNCIA METASEDIMENTAR LAVRAS DA MANGABEIRA.

4.3.2.1. Amostra JMR 3: "Metaconglomerado" grãos de zircão detrítico.

Razões							Idades				
Spot	Local	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	ρ	conc.	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 1\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th} \pm 1\sigma$
1.1	C	10,260	0.199	0.45	0.005	0.718	97.50%	2396 ± 19	2458 ± 17	2510 ± 13	3589 ± 76
2.1	C	12,376	0.250	0.482	0.005	0.672	96.20%	2535 ± 22	2633 ± 18	2709 ± 39	3781 ± 84
3.1	C	10,035	0.190	0.448	0.004	0.977	97.80%	2385 ± 18	2438 ± 17	2482 ± 15	3663 ± 67
4.1	C	9,685	0.196	0.373	0.004	0.995	83.80%	2043 ± 19	2405 ± 18	2727 ± 56	3187 ± 66
5.1	C	5,993	0.118	0.311	0.003	0.998	87.60%	1743 ± 14	1974 ± 16	2226 ± 27	2454 ± 55
6.1	C	7,415	0.138	0.371	0.003	0.974	93.80%	2032 ± 15	2162 ± 16	2288 ± 18	3166 ± 60
7.1	C	9,542	0.188	0.424	0.004	0.756	95.20%	2280 ± 19	2391 ± 18	2487 ± 15	3412 ± 87
8.1	C	8,615	0.191	0.415	0.005	0.708	97.40%	2239 ± 22	2298 ± 19	2350 ± 26	3308 ± 100
9.1	C	9,189	0.187	0.353	0.004	0.994	80.90%	1946 ± 17	2357 ± 17	2734 ± 48	3259 ± 58
10.1	C	8,819	0.162	0.414	0.004	0.828	96.20%	2231 ± 17	2319 ± 16	2397 ± 17	2727 ± 206
11.1	C	10,348	0.215	0.454	0.005	0.620	97.80%	2412 ± 22	2466 ± 19	2511 ± 21	3723 ± 117
12.1	C	10,219	0.188	0.458	0.004	0.500	99.10%	2432 ± 18	2454 ± 17	2473 ± 13	3695 ± 61
13.1	C	6,568	0.126	0.339	0.003	0.996	91.20%	1881 ± 15	2055 ± 16	2234 ± 25	2900 ± 71
14.1	C	10,363	0.301	0.453	0.007	0.345	97.50%	2407 ± 31	2467 ± 28	2517 ± 27	3328 ± 263
15.1	C	7,901	0.181	0.404	0.005	0.408	98.40%	2184 ± 22	2219 ± 20	2252 ± 16	3048 ± 113
16.1	C	7,826	0.166	0.401	0.005	0.914	98.20%	2172 ± 20	2211 ± 19	2247 ± 13	3164 ± 93
17.1	C	8,797	0.215	0.423	0.006	0.078	98.00%	2272 ± 24	2317 ± 22	2356 ± 29	2994 ± 146
18.1	C	10,736	0.294	0.453	0.007	0.973	96.20%	2407 ± 29	2500 ± 23	2577 ± 30	3252 ± 243
19.1	C	10,466	0.282	0.447	0.006	0.945	96.00%	2380 ± 27	2476 ± 23	2556 ± 37	3238 ± 268
20.1	B	8,621	0.314	0.412	0.008	0.667	96.80%	2225 ± 35	2298 ± 33	2364 ± 53	2254 ± 1268
21	C	10,377	0.240	0.456	0.006	0.415	98.00%	2419 ± 25	2469 ± 21	2509 ± 21	3502 ± 199
22.1	C	9,733	0.190	0.437	0.005	0.896	97.00%	2338 ± 20	2409 ± 18	2470 ± 15	3330 ± 89
23.1	C	12,994	0.303	0.503	0.007	0.900	98.00%	2626 ± 28	2679 ± 22	2719 ± 24	3649 ± 167
24.1	C	8,676	0.169	0.391	0.004	0.600	92.10%	2129 ± 18	2304 ± 17	2463 ± 26	2010 ± 27
25.1	C	11,528	0.223	0.466	0.005	0.740	96.00%	2466 ± 20	2566 ± 18	2646 ± 76	2235 ± 27
26.1	C	10,192	0.198	0.450	0.005	0.997	97.60%	2395 ± 20	2452 ± 18	2500 ± 28	2412 ± 41
27.1	C	8,713	0.178	0.418	0.005	0.001	97.50%	2251 ± 20	2308 ± 18	2359 ± 23	2267 ± 30
28.1	C	7,844	0.157	0.385	0.004	0.965	94.70%	2099 ± 18	2213 ± 18	2320 ± 17	2103 ± 34
29.1	C	23,665	0.463	0.636	0.007	0.552	97.40%	3171 ± 26	3254 ± 19	3306 ± 66	3151 ± 35
30.1	C	9,694	0.379	0.441	0.011	0.657	97.80%	2353 ± 50	2406 ± 35	2451 ± 63	3179 ± 1723
31.1	C	10,182	0.221	0.452	0.005	0.235	98.00%	2402 ± 23	2451 ± 19	2492 ± 18	2271 ± 48
32.1	C	10,256	0.212	0.453	0.005	0.989	97.90%	2406 ± 22	2458 ± 19	2500 ± 21	2292 ± 53
33.1	B	7,731	0.155	0.380	0.004	0.954	94.10%	2074 ± 18	2200 ± 18	2319 ± 33	2062 ± 77
34.1	C	10,041	0.201	0.450	0.005	0.827	98.30%	2396 ± 21	2438 ± 18	2473 ± 20	2367 ± 28
35.1	C	9,000	0.193	0.405	0.005	0.999	93.60%	2182 ± 22	2338 ± 20	2467 ± 93	2211 ± 56
35.2	C	8,382	0.189	0.384	0.005	0.992	91.90%	2095 ± 22	2273 ± 20	2436 ± 37	2254 ± 58
36.1	C	8,158	0.165	0.418	0.005	0.945	100.20%	2252 ± 20	2248 ± 18	2244 ± 10	2008 ± 32

37.1	C	13,249	0.278	0.509	0.006	0.965	98.30%	2652 ± 25	2697 ± 19	2731 ± 20	2427 ± 46
38.1	C	8,188	0.175	0.418	0.005	0.968	99.90%	2249 ± 21	2252 ± 19	2254 ± 22	2251 ± 35
39.1	B	10,524	0.311	0.473	0.009	0.264	100.60%	2495 ± 38	2482 ± 27	2470 ± 38	2245 ± 5016
40.1	C	11,749	0.262	0.514	0.007	0.686	103.30%	2671 ± 27	2584 ± 20	2516 ± 14	2285 ± 79
41.1	B	9,061	0.171	0.419	0.004	0.999	98.10%	2254 ± 18	2344 ± 17	2423 ± 46	879 ± 44
42.1	C	6,854	0.136	0.388	0.004	0.953	101.00%	2114 ± 19	2092 ± 18	2071 ± 18	2090 ± 32
43.1	C	8,396	0.170	0.430	0.005	0.704	101.40%	2307 ± 20	2274 ± 18	2245 ± 13	2295 ± 35
44.1	C	11,369	0.285	0.497	0.008	0.748	101.80%	2600 ± 32	2553 ± 23	2517 ± 22	2235 ± 128
45.1	C	9,567	0.281	0.454	0.008	0.229	100.80%	2413 ± 36	2394 ± 26	2377 ± 48	2194 ± 133
46.1	C	10,650	0.207	0.475	0.005	0.990	100.50%	2505 ± 21	2493 ± 18	2483 ± 12	2412 ± 42
47.1	C	14,343	0.284	0.553	0.006	0.921	102.30%	2837 ± 25	2772 ± 18	2726 ± 15	2687 ± 52
48.1	C	11,214	0.293	0.491	0.008	0.831	101.40%	2575 ± 33	2541 ± 23	2513 ± 30	2459 ± 94
49.1	C	8,171	0.168	0.416	0.004	0.870	99.70%	2243 ± 15	2250 ± 18	2256 ± 10	2251 ± 41
50.1	C	10,734	0.224	0.471	0.004	0.900	99.50%	2488 ± 18	2500 ± 19	2510 ± 15	2346 ± 58
51.1	C	10,649	0.194	0.478	0.004	0.995	101.00%	2517 ± 15	2492 ± 17	2472 ± 23	2405 ± 39
52.1	C	13,604	0.255	0.521	0.004	0.890	99.20%	2701 ± 16	2722 ± 17	2738 ± 13	2841 ± 42
53.1	C	9,513	0.298	0.441	0.007	0.270	98.50%	2354 ± 32	2388 ± 28	2418 ± 50	2473 ± 98
54.1	C	9,724	0.196	0.445	0.004	0.972	98.40%	2371 ± 16	2408 ± 18	2441 ± 15	7653 ± 3469
55.1	C	10,673	0.272	0.468	0.006	0.001	99.20%	2474 ± 25	2495 ± 23	2512 ± 28	2484 ± 96
56.1	C	10,745	0.220	0.471	0.004	0.982	99.50%	2487 ± 18	2501 ± 19	2512 ± 12	2405 ± 53
57.1	C	10,551	0.197	0.470	0.003	0.836	100.00%	2484 ± 14	2484 ± 17	2484 ± 9	2653 ± 34
58.2	C	8,998	0.223	0.412	0.005	0.892	95.10%	2225 ± 22	2337 ± 22	2437 ± 36	1940 ± 112
59.1	C	9,090	0.191	0.436	0.004	0.136	99.50%	2334 ± 17	2347 ± 19	2357 ± 19	2153 ± 40
60.1	C	9,755	0.208	0.470	0.004	0.980	102.80%	2481 ± 19	2411 ± 19	2353 ± 13	2319 ± 37
61.1	C	8,339	0.171	0.422	0.004	0.846	100.10%	2270 ± 16	2268 ± 18	2266 ± 17	1907 ± 37

4.3.2.2. Amostra JMR 2: "Quartzito" grãos de zircão detrítico.

Spot	Local	Razões					conc.	Idades			
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	ρ		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{232}\text{Th} \pm 1\sigma$
1.1	C	7,641	0.177	0.404	0.004	0.903	99.90%	2187 ± 19	2189 ± 20	2192 ± 20	2430 ± 88
2.1	C	7,680	0.168	0.407	0.004	0.933	100.30%	2201 ± 17	2194 ± 18	2187 ± 11	2479 ± 54
3.1	C	12,499	0.255	0.491	0.005	0.994	97.40%	2575 ± 20	2642 ± 19	2694 ± 25	3069 ± 74
4.1	C	7,763	0.168	0.411	0.004	0.809	100.80%	2221 ± 18	2203 ± 19	2187 ± 20	2472 ± 67
5.1	C	7,639	0.169	0.405	0.004	0.886	100.20%	2193 ± 18	2189 ± 19	2185 ± 23	2343 ± 77
6.1	C	7,316	0.153	0.389	0.004	0.959	98.40%	2117 ± 16	2150 ± 18	2183 ± 17	2160 ± 49
7.1	C	13,119	0.288	0.509	0.005	0.891	98.70%	2653 ± 22	2688 ± 20	2714 ± 16	3009 ± 115
8.1	C	7,580	0.174	0.400	0.004	0.871	99.30%	2168 ± 18	2182 ± 20	2196 ± 24	2359 ± 69
9.1	C	10,287	0.215	0.465	0.005	0.845	100.10%	2462 ± 19	2460 ± 19	2459 ± 12	2875 ± 58
10.1	C	6,646	0.132	0.359	0.003	0.994	95.70%	1979 ± 15	2065 ± 18	2152 ± 18	2241 ± 48
11.1	C	7,575	0.159	0.376	0.004	0.998	94.10%	2057 ± 16	2181 ± 18	2301 ± 61	2305 ± 55
12.1	C	6,509	0.133	0.352	0.003	0.997	94.90%	1946 ± 15	2047 ± 19	2150 ± 51	2449 ± 61
13.1	C	13,432	0.328	0.519	0.006	0.953	99.40%	2694 ± 25	2710 ± 22	2722 ± 24	3267 ± 106
14.1	C	27,655	0.534	0.689	0.006	0.908	99.20%	3379 ± 22	3406 ± 19	3423 ± 16	3741 ± 130
15.1	C	7,098	0.152	0.377	0.003	0.993	97.00%	2060 ± 15	2123 ± 19	2185 ± 66	2225 ± 101
16.1	C	7,340	0.166	0.390	0.004	0.985	98.50%	2122 ± 17	2153 ± 20	2183 ± 26	2049 ± 104
17.1	C	7,328	0.150	0.392	0.003	0.843	99.00%	2131 ± 15	2152 ± 18	2172 ± 12	2187 ± 88
18.1	C	7,348	0.154	0.392	0.003	0.825	99.00%	2132 ± 15	2154 ± 18	2175 ± 10	2346 ± 96
19.1	C	5,024	0.109	0.287	0.003	0.992	88.70%	1627 ± 12	1823 ± 17	2055 ± 15	1594 ± 74
20.1	C	19,571	0.383	0.593	0.005	0.992	97.70%	3001 ± 20	3070 ± 18	3115 ± 28	3368 ± 127
20.2	B	13,426	0.393	0.521	0.007	0.677	99.80%	2705 ± 29	2710 ± 27	2713 ± 34	2954 ± 131
21.1	C	7,587	0.183	0.403	0.004	0.558	100.00%	2183 ± 18	2183 ± 21	2183 ± 23	2268 ± 133
22.1	C	6,630	0.133	0.368	0.003	0.806	97.80%	2018 ± 14	2063 ± 17	2108 ± 16	2165 ± 77
23.1	C	7,620	0.187	0.403	0.004	0.919	99.70%	2181 ± 19	2187 ± 21	2192 ± 28	2585 ± 161
24.1	C	7,400	0.162	0.391	0.004	0.934	98.50%	2128 ± 16	2161 ± 19	2192 ± 17	2245 ± 105
25.1	C	7,576	0.168	0.400	0.004	0.948	99.50%	2170 ± 17	2181 ± 19	2192 ± 21	2498 ± 113
26.1	C	6,985	0.181	0.376	0.003	0.967	97.40%	2038 ± 17	2107 ± 20	2176 ± 15	1785 ± 35

27.1	C	6,874	0.177	0.369	0.003	0.983	96.70%	2849 ± 21	2925 ± 20	2978 ± 29	2529 ± 43
28.1	C	7,406	0.202	0.392	0.004	0.989	98.70%	2510 ± 21	2603 ± 21	2676 ± 29	2058 ± 40
29.1	C	6,651	0.191	0.354	0.004	0.818	94.50%	2609 ± 26	2661 ± 24	2701 ± 61	2497 ± 51
30.1	C	6,830	0.171	0.369	0.003	0.995	96.90%	2084 ± 18	2133 ± 21	2180 ± 13	2043 ± 37
31.1	C	7,465	0.193	0.397	0.004	0.784	99.40%	2501 ± 28	2616 ± 26	2706 ± 53	2380 ± 49
32.1	C	7,453	0.189	0.396	0.003	0.997	99.20%	1870 ± 14	2000 ± 19	2138 ± 39	1495 ± 21
33.1	C	8,400	0.262	0.421	0.005	0.976	99.60%	2124 ± 17	2142 ± 20	2159 ± 34	2050 ± 33
33.2	B	7,109	0.200	0.368	0.004	0.981	95.00%	2130 ± 17	2155 ± 20	2179 ± 18	1843 ± 27
34.1	C	10,812	0.261	0.462	0.004	0.934	97.70%	2132 ± 20	2162 ± 23	2191 ± 25	2018 ± 48
35.1	C	7,101	0.190	0.380	0.004	0.851	97.70%	1983 ± 15	2068 ± 19	2154 ± 22	2042 ± 23
36.1	C	7,125	0.216	0.377	0.004	0.001	96.90%	2845 ± 25	2900 ± 22	2939 ± 20	2615 ± 48
37.1	C	7,034	0.189	0.374	0.003	0.952	96.90%	2250 ± 19	2292 ± 21	2329 ± 16	2177 ± 37
38.1	C	6,972	0.165	0.372	0.004	0.952	96.60%	2038 ± 17	2107 ± 20	2176 ± 15	1785 ± 35
39.1	C	16,838	0.358	0.556	0.005	0.971	97.40%	2849 ± 21	2925 ± 20	2978 ± 29	2529 ± 43
40.1	C	11,992	0.279	0.476	0.005	0.850	96.40%	2510 ± 21	2603 ± 21	2676 ± 29	2058 ± 40
40.2	C	12,754	0.325	0.499	0.006	0.001	98.00%	2609 ± 26	2661 ± 24	2701 ± 61	2497 ± 51
41	C	7,172	0.171	0.382	0.004	0.753	97.70%	2084 ± 18	2133 ± 21	2180 ± 13	2043 ± 37
42.1	C	12,155	0.338	0.474	0.007	0.987	95.50%	2501 ± 28	2616 ± 26	2706 ± 53	2380 ± 49
43.1	C	6,173	0.133	0.337	0.003	0.990	93.30%	1870 ± 14	2000 ± 19	2138 ± 39	1495 ± 21
44.1	C	7,251	0.165	0.390	0.004	0.999	99.20%	2124 ± 17	2142 ± 20	2159 ± 34	2050 ± 33
45.1	C	7,354	0.161	0.392	0.004	0.982	98.80%	2130 ± 17	2155 ± 20	2179 ± 18	1843 ± 27
46.1	C	7,415	0.193	0.392	0.005	0.479	98.60%	2132 ± 20	2162 ± 23	2191 ± 25	2018 ± 48
47.1	C	6,669	0.141	0.360	0.003	0.991	95.80%	1983 ± 15	2068 ± 19	2154 ± 22	2042 ± 23
48.1	C	16,409	0.388	0.555	0.006	0.803	98.10%	2845 ± 25	2900 ± 22	2939 ± 20	2615 ± 48
49.1	C	8,558	0.205	0.418	0.004	0.947	98.20%	2250 ± 19	2292 ± 21	2329 ± 16	2177 ± 37
50.1	C	7,480	0.192	0.396	0.005	0.935	99.00%	2148 ± 23	2170 ± 23	2191 ± 27	1915 ± 62
51.1	C	7,427	0.168	0.393	0.004	0.917	98.80%	2138 ± 20	2164 ± 20	2188 ± 14	2019 ± 38
52.1	C	6,840	0.151	0.365	0.004	0.870	95.90%	2007 ± 18	2090 ± 19	2174 ± 28	1821 ± 31
53.1	C	4,194	0.095	0.248	0.003	0.914	84.10%	1426 ± 14	1672 ± 18	1997 ± 29	1532 ± 30
54.1	C	15,663	0.368	0.557	0.007	0.970	100.00%	2855 ± 29	2856 ± 22	2857 ± 28	2688 ± 66
55.1	C	12,738	0.302	0.505	0.006	0.765	99.10%	2636 ± 26	2660 ± 22	2679 ± 19	2538 ± 72
56.1	C	6,506	0.139	0.352	0.004	0.995	94.80%	1942 ± 17	2046 ± 18	2153 ± 43	1875 ± 25
57.1	C	12,435	0.284	0.493	0.006	0.741	98.00%	2585 ± 25	2637 ± 21	2678 ± 21	2436 ± 67
58.1	C	6,871	0.144	0.369	0.004	0.986	96.50%	2022 ± 17	2094 ± 18	2166 ± 28	1874 ± 28
59.1	C	7,566	0.184	0.397	0.005	0.293	98.80%	2155 ± 22	2180 ± 21	2204 ± 15	2057 ± 55
60.1	C	6,549	0.145	0.351	0.004	0.947	94.40%	1940 ± 18	2052 ± 19	2167 ± 13	954 ± 24
61.1	C	7,324	0.169	0.387	0.004	0.835	98.10%	2110 ± 20	2151 ± 20	2190 ± 10	2121 ± 47
62.1	C	10,725	0.244	0.434	0.005	0.947	92.70%	2324 ± 23	2499 ± 21	2645 ± 38	1754 ± 45

4.3.2.3. Amostra PT 10: "Biotita xisto" grãos de zircão detrítico.

Spot	Local	Razões				ρ	conc.	Idades			
		²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±1σ			²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb±1σ	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th±1σ
1.1	C	1,138	0.033	0.127	0.001	0.794	99.70%	769 ± 6	771 ± 15	777 ± 25	759 ± 15
1.2	B	1,069	0.029	0.120	0.001	0.937	99.10%	731 ± 6	738 ± 14	758 ± 31	710 ± 12
2.1	C	0.995	0.066	0.110	0.002	0.277	95.70%	671 ± 11	701 ± 33	796 ± 229	645 ± 44
3.1	C	1,145	0.044	0.127	0.002	0.272	99.70%	772 ± 8	775 ± 20	782 ± 70	811 ± 46
4.1	C	1,098	0.058	0.120	0.002	0.081	97.00%	730 ± 10	752 ± 28	820 ± 182	731 ± 30
5.1	C	1,150	0.039	0.128	0.001	0.922	99.80%	775 ± 7	777 ± 18	781 ± 29	816 ± 36
6.1	C	0.891	0.048	0.103	0.002	0.424	97.80%	632 ± 9	646 ± 26	696 ± 107	659 ± 41
7.1	C	0.744	0.021	0.091	0.001	0.961	99.70%	563 ± 5	564 ± 12	570 ± 185	555 ± 23
8.1	C	1,789	0.090	0.174	0.003	0.584	99.40%	1034 ± 14	1041 ± 33	1054 ± 93	968 ± 56
9.1	C	1,600	0.070	0.161	0.002	0.662	99.30%	963 ± 11	970 ± 27	985 ± 83	903 ± 27
10.1	C	1,390	0.056	0.143	0.002	0.930	97.20%	860 ± 10	884 ± 23	946 ± 80	887 ± 33
11.1	C	1,207	0.042	0.131	0.001	0.567	98.50%	792 ± 8	804 ± 19	837 ± 74	790 ± 14
12.1	C	1,477	0.073	0.152	0.002	0.380	99.10%	912 ± 12	920 ± 29	941 ± 170	910 ± 48
13.1	C	1,140	0.110	0.127	0.003	0.593	99.40%	767 ± 19	772 ± 54	787 ± 361	787 ± 67

14.1	C	1,146	0.046	0.126	0.002	0.197	98.50%	763 ± 10	775 ± 22	808 ± 74	843 ± 25
15.1	C	1,072	0.054	0.121	0.002	0.549	99.50%	735 ± 11	739 ± 26	751 ± 91	807 ± 43
16.1	C	1,041	0.106	0.119	0.003	0.230	100.00%	723 ± 17	724 ± 54	724 ± 291	753 ± 55
17.1	C	2,092	0.086	0.189	0.003	0.718	97.40%	1117 ± 15	1146 ± 28	1201 ± 91	1165 ± 54
18.1	C	1,008	0.046	0.114	0.002	0.778	98.00%	694 ± 9	708 ± 22	752 ± 95	348 ± 14
19.1	C	1,047	0.038	0.120	0.002	0.450	100.70%	732 ± 9	727 ± 18	711 ± 114	805 ± 27
20.1	C	1,085	0.097	0.116	0.003	0.338	94.80%	708 ± 16	745 ± 49	860 ± 296	741 ± 47
21.1	C	0.885	0.045	0.103	0.002	0.440	98.30%	632 ± 9	643 ± 24	682 ± 102	676 ± 25
22.1	C	1,513	0.068	0.157	0.002	0.684	100.40%	938 ± 13	935 ± 27	927 ± 98	1074 ± 19
22.2	B	1,655	0.140	0.163	0.004	0.435	98.20%	974 ± 22	991 ± 52	1030 ± 247	1038 ± 33
23.1	C	1,045	0.048	0.121	0.002	0.572	101.30%	736 ± 10	726 ± 23	696 ± 58	807 ± 38
24.1	C	0.942	0.035	0.109	0.001	0.560	99.10%	668 ± 8	674 ± 18	693 ± 52	759 ± 24
25.1	C	11,623	0.269	0.485	0.005	0.999	99.00%	2549 ± 21	2574 ± 22	2594 ± 74	2182 ± 61
26.1	C	0.744	0.044	0.087	0.002	0.704	95.60%	540 ± 9	564 ± 25	663 ± 114	240 ± 19
27.1	C	1,034	0.042	0.117	0.002	0.897	98.70%	711 ± 9	720 ± 21	749 ± 84	342 ± 24
28.1	C	1,175	0.045	0.130	0.002	0.790	99.90%	788 ± 9	788 ± 21	790 ± 48	741 ± 50
29.1	C	1,651	0.065	0.164	0.002	0.652	98.70%	977 ± 12	989 ± 24	1017 ± 75	905 ± 42
30.1	C	1,087	0.048	0.122	0.002	0.871	99.40%	742 ± 10	747 ± 23	760 ± 112	625 ± 51
31.1	C	1,502	0.044	0.153	0.002	0.977	98.80%	920 ± 9	931 ± 17	957 ± 56	831 ± 26
32.1	C	0.893	0.033	0.105	0.001	0.751	99.40%	643 ± 7	647 ± 17	662 ± 45	628 ± 78
33.1	C	0.901	0.047	0.105	0.002	0.657	98.30%	641 ± 10	652 ± 25	690 ± 94	616 ± 42
34.1	C	0.903	0.045	0.105	0.002	0.943	99.40%	649 ± 9	653 ± 24	666 ± 273	600 ± 35
35.1	C	0.903	0.038	0.106	0.002	0.924	99.70%	650 ± 8	653 ± 21	661 ± 294	624 ± 31
36.1	C	1,660	0.064	0.164	0.002	0.597	98.60%	979 ± 12	993 ± 24	1024 ± 66	973 ± 32
37.1	C	12,316	0.372	0.495	0.007	0.918	98.60%	2591 ± 30	2628 ± 28	2657 ± 47	2249 ± 121
38.1	C	1,320	0.051	0.141	0.002	0.806	99.30%	848 ± 8	854 ± 22	870 ± 52	792 ± 12
39.1	C	1,312	0.074	0.138	0.002	0.027	98.00%	834 ± 11	851 ± 32	894 ± 185	743 ± 36
40.1	C	1,142	0.037	0.126	0.001	0.957	99.10%	766 ± 7	773 ± 17	793 ± 45	707 ± 12
41.1	C	1,082	0.053	0.120	0.002	0.648	98.00%	729 ± 8	744 ± 25	788 ± 105	700 ± 43
42.1	C	0.991	0.068	0.118	0.002	0.353	102.40%	716 ± 10	698 ± 34	644 ± 155	667 ± 61
43.1	C	0.953	0.033	0.109	0.001	0.530	98.30%	668 ± 6	679 ± 17	716 ± 38	632 ± 18
44.1	C	0.958	0.053	0.116	0.002	0.894	103.50%	707 ± 8	682 ± 26	602 ± 117	648 ± 37
45.1	C	1,658	0.068	0.165	0.002	0.194	98.90%	981 ± 10	992 ± 25	1017 ± 62	893 ± 30
46.1	C	0.883	0.030	0.104	0.001	0.731	99.00%	636 ± 6	642 ± 16	664 ± 82	586 ± 7
47.1	C	1,159	0.039	0.124	0.001	0.741	96.50%	754 ± 7	781 ± 18	860 ± 46	616 ± 10
48.1	C	11,191	0.290	0.438	0.004	0.987	91.80%	2340 ± 18	2539 ± 23	2702 ± 58	2371 ± 27
49.1	C	7,635	0.209	0.400	0.004	0.616	99.10%	2169 ± 18	2188 ± 24	2207 ± 18	2010 ± 52
50.1	C	0.898	0.028	0.106	0.001	0.867	99.70%	648 ± 5	650 ± 15	657 ± 57	579 ± 11
51.1	C	1,294	0.039	0.137	0.002	0.414	98.30%	828 ± 8	843 ± 16	880 ± 93	764 ± 21
52.1	C	1,742	0.087	0.170	0.003	0.503	98.80%	1012 ± 14	1024 ± 32	1049 ± 104	976 ± 82
53.1	C	1,230	0.060	0.132	0.002	0.674	97.80%	796 ± 10	814 ± 27	862 ± 148	791 ± 37
54.1	C	0.931	0.034	0.107	0.001	0.750	97.80%	653 ± 7	667 ± 18	717 ± 92	520 ± 24
55.1	C	0.767	0.029	0.093	0.001	0.808	99.10%	573 ± 6	577 ± 16	597 ± 130	303 ± 16
56.1	C	0.884	0.047	0.107	0.002	0.175	101.60%	654 ± 9	643 ± 25	606 ± 189	632 ± 38
57.1	C	0.977	0.053	0.108	0.002	0.455	95.20%	659 ± 9	692 ± 26	799 ± 175	506 ± 31
58.1	C	1,017	0.057	0.118	0.002	0.460	101.20%	721 ± 10	712 ± 28	684 ± 142	583 ± 68
59.1	C	6,086	0.163	0.358	0.004	0.994	99.20%	1971 ± 19	1988 ± 23	2005 ± 66	1816 ± 57
60.1	C	1,391	0.051	0.141	0.002	0.720	96.00%	850 ± 10	885 ± 21	973 ± 97	711 ± 23
61.1	C	1,098	0.041	0.122	0.002	0.705	98.30%	739 ± 8	752 ± 19	790 ± 88	766 ± 36
62.1	C	0.924	0.042	0.108	0.002	0.868	99.10%	658 ± 8	664 ± 21	685 ± 201	585 ± 25
63.1	C	1,329	0.051	0.138	0.002	0.065	97.30%	835 ± 10	858 ± 22	917 ± 91	796 ± 58

4.3.3 SEQUÊNCIA METASEDIMENTAR SERIDÓ (região entre Coremas e Cajazeiras-PB)

4.3.3.1 Amostra JMR 12: "Parangalense" grãos de zircão detrítico.

Spot	Local	Razões				p	conc.	Idades			
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$			$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 1\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th} \pm 1\sigma$

1.1	C	1,678	0.058	0.165	0.003	0.971	98.10%	981 ± 14	1000 ± 21	1041 ± 74	954 ± 67
2.1	C	0.881	0.039	0.097	0.002	0.800	92.60%	596 ± 10	641 ± 20	805 ± 144	522 ± 19
3.1	C	10,413	0.216	0.472	0.006	0.878	100.80%	2492 ± 23	2472 ± 19	2455 ± 23	2543 ± 79
4.1	C	1,090	0.055	0.114	0.002	0.619	93.00%	697 ± 13	748 ± 28	902 ± 146	727 ± 155
5.1	C	1,227	0.035	0.132	0.002	0.013	98.30%	799 ± 9	813 ± 16	850 ± 66	750 ± 55
6.1	C	5,433	0.129	0.332	0.004	0.973	97.70%	1846 ± 20	1890 ± 19	1937 ± 40	1750 ± 108
7.1	C	1,148	0.116	0.126	0.005	0.200	98.30%	762 ± 26	776 ± 55	814 ± 362	816 ± 148
8.1	C	0.933	0.102	0.110	0.004	0.604	100.20%	670 ± 23	669 ± 51	664 ± 417	561 ± 205
9.1	C	0.992	0.029	0.116	0.002	0.644	101.40%	710 ± 8	699 ± 14	667 ± 85	624 ± 34
10.1	C	0.985	0.031	0.116	0.002	0.939	101.80%	708 ± 8	696 ± 16	656 ± 68	601 ± 42
11.1	C	1,265	0.049	0.137	0.002	0.646	99.40%	825 ± 12	830 ± 22	844 ± 79	868 ± 59
12.1	C	0.999	0.033	0.116	0.002	0.788	100.50%	706 ± 9	703 ± 16	691 ± 49	730 ± 56
13.1	C	2,800	0.061	0.171	0.002	0.953	71.60%	1018 ± 10	1355 ± 15	1936 ± 74	1409 ± 171
14.1	C	1,110	0.058	0.122	0.002	0.001	98.20%	744 ± 12	757 ± 28	798 ± 170	784 ± 44
15.1	C	1,172	0.028	0.131	0.001	0.607	100.90%	794 ± 6	787 ± 12	767 ± 37	884 ± 24
16.1	C	0.840	0.046	0.101	0.002	0.409	99.70%	617 ± 10	619 ± 25	625 ± 248	455 ± 72
17.1	C	6,866	0.141	0.371	0.003	0.988	97.10%	2034 ± 15	2094 ± 17	2153 ± 23	2189 ± 34
18.1	C	1,190	0.034	0.131	0.001	0.978	99.70%	793 ± 7	795 ± 16	802 ± 74	747 ± 72
19.1	C	7,549	0.255	0.397	0.007	0.969	99.00%	2157 ± 32	2178 ± 31	2199 ± 70	2145 ± 178
20.1	C	0.961	0.073	0.116	0.003	0.389	103.60%	709 ± 15	683 ± 39	601 ± 224	851 ± 195
21.1	C	0.956	0.031	0.109	0.001	0.939	98.10%	668 ± 7	681 ± 15	723 ± 57	522 ± 32
22.1	C	11,494	0.226	0.476	0.004	0.953	97.90%	2510 ± 18	2564 ± 18	2606 ± 23	2662 ± 35
23.1	C	6,398	0.122	0.350	0.003	0.974	95.10%	1934 ± 13	2031 ± 16	2131 ± 16	2114 ± 29
24.1	C	1,242	0.038	0.137	0.002	0.616	100.70%	825 ± 8	819 ± 16	804 ± 62	878 ± 23
25.1	C	5,455	0.130	0.346	0.004	0.642	101.10%	1914 ± 17	1893 ± 20	1870 ± 23	2021 ± 32
26.1	C	0.682	0.022	0.076	0.001	0.987	88.50%	470 ± 5	527 ± 13	783 ± 96	682 ± 24
27.1	C	0.902	0.039	0.106	0.001	0.783	99.80%	651 ± 7	653 ± 21	657 ± 71	561 ± 35
28.1	C	1,062	0.034	0.123	0.001	0.645	101.70%	747 ± 7	734 ± 16	697 ± 38	689 ± 26
29.1	C	0.937	0.026	0.109	0.001	0.958	99.60%	669 ± 6	671 ± 13	679 ± 39	492 ± 16
30.1	C	0.838	0.085	0.097	0.002	0.650	96.30%	595 ± 13	618 ± 46	700 ± 317	478 ± 156
31.1	C	1,069	0.054	0.119	0.002	0.590	98.10%	724 ± 9	738 ± 26	780 ± 112	659 ± 36
32.1	C	0.994	0.024	0.115	0.001	0.537	100.40%	703 ± 5	700 ± 12	691 ± 24	674 ± 26
33.1	C	2,443	0.108	0.216	0.003	0.383	100.40%	1260 ± 16	1255 ± 31	1247 ± 97	1087 ± 84
34.1	C	1,165	0.065	0.131	0.002	0.434	101.40%	795 ± 11	784 ± 30	752 ± 133	626 ± 66
35.1	C	1,641	0.060	0.165	0.002	0.660	99.90%	985 ± 10	986 ± 22	988 ± 45	817 ± 42
36.1	C	1,120	0.050	0.122	0.002	0.575	97.10%	740 ± 9	762 ± 24	827 ± 85	616 ± 67
37.1	C	1,140	0.081	0.125	0.002	0.508	98.50%	760 ± 13	772 ± 38	806 ± 187	669 ± 60
38.1	C	1,012	0.039	0.113	0.001	0.723	96.90%	688 ± 7	709 ± 20	779 ± 79	586 ± 68
39.1	C	5,428	0.110	0.309	0.003	0.995	91.50%	1735 ± 13	1889 ± 18	2063 ± 72	1077 ± 41
40.1	C	1,198	0.049	0.129	0.001	0.552	97.80%	782 ± 7	799 ± 22	848 ± 66	862 ± 36
41.1	C	1,106	0.028	0.126	0.001	0.985	100.80%	762 ± 5	756 ± 13	737 ± 26	841 ± 17
42.1	C	1,239	0.052	0.135	0.001	0.204	99.40%	813 ± 7	818 ± 23	831 ± 94	822 ± 55
43.1	C	1,006	0.029	0.113	0.001	0.921	97.30%	688 ± 5	706 ± 14	766 ± 44	776 ± 17
44.1	C	1,859	0.116	0.178	0.003	0.001	98.80%	1054 ± 15	1066 ± 41	1092 ± 148	1207 ± 73
45.1	C	1,157	0.043	0.128	0.001	0.813	99.70%	777 ± 6	780 ± 20	788 ± 70	845 ± 22
46.1	C	1,303	0.040	0.138	0.001	0.480	98.40%	833 ± 6	846 ± 17	881 ± 34	944 ± 17
47.1	C	0.996	0.051	0.116	0.001	0.950	100.40%	704 ± 7	701 ± 26	692 ± 87	790 ± 26
48.1	C	1,051	0.036	0.120	0.001	0.001	99.80%	727 ± 5	729 ± 17	734 ± 65	810 ± 31
49.1	C	15,373	0.334	0.533	0.004	0.947	97.00%	2755 ± 16	2838 ± 20	2897 ± 21	3022 ± 61
50.1	C	1,004	0.026	0.116	0.001	0.966	100.40%	708 ± 4	705 ± 13	696 ± 20	759 ± 18
51.1	C	7,378	0.198	0.397	0.004	0.678	99.90%	2156 ± 16	2158 ± 24	2160 ± 28	2455 ± 66
52.1	C	0.913	0.058	0.107	0.001	0.098	99.40%	654 ± 8	658 ± 30	672 ± 155	712 ± 62
53.1	C	1,072	0.100	0.125	0.004	0.069	102.40%	757 ± 21	739 ± 49	685 ± 309	639 ± 92
54.1	C	7,410	0.166	0.391	0.004	0.997	98.40%	2127 ± 18	2162 ± 20	2195 ± 83	2124 ± 68
55.1	C	1,103	0.035	0.124	0.001	0.708	99.90%	754 ± 7	754 ± 16	766 ± 62	745 ± 23
56.1	C	1,696	0.053	0.170	0.002	0.789	100.50%	1012 ± 10	1007 ± 19	995 ± 45	976 ± 32

57.1	C	1,656	0.035	0.167	0.001	0.978	100.20%	993 ± 7	991 ± 13	988 ± 14	986 ± 15
58.1	C	1,239	0.037	0.136	0.001	0.693	100.20%	820 ± 8	818 ± 16	814 ± 39	801 ± 26
59.1	C	1,136	0.089	0.130	0.003	0.001	102.40%	789 ± 14	770 ± 32	716 ± 219	810 ± 47
60.1	C	10,284	0.192	0.432	0.003	0.997	93.90%	2314 ± 14	2460 ± 17	2583 ± 27	2129 ± 34
61.1	C	16,655	0.333	0.546	0.004	0.292	96.20%	2807 ± 18	2915 ± 18	2990 ± 238	2637 ± 98
62.1	C	0.549	0.017	0.064	0.001	0.979	89.10%	398 ± 4	444 ± 10	688 ± 64	633 ± 21

4.3.3.2.I. Amostra JMR 8: "Quartzito" grãos de zircão detritico.

Spot	Local	Razões					conc.	Idades			
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	ρ		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 1\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th} \pm 1\sigma$
1.1	C	7,156	0.181	0.390	0.005	0.564	99.60%	2122 ± 23	2131 ± 22	2139 ± 31	1722 ± 92
2.1	C	7,278	0.189	0.398	0.005	0.878	100.60%	2160 ± 24	2146 ± 22	2132 ± 32	2164 ± 126
3.1	C	7,567	0.169	0.403	0.004	0.994	100.10%	2183 ± 20	2180 ± 20	2178 ± 57	1713 ± 59
4.1	C	7,811	0.248	0.404	0.007	0.283	99.10%	2188 ± 33	2209 ± 28	2228 ± 53	1811 ± 200
5.1	C	7,482	0.154	0.398	0.004	0.996	99.50%	2160 ± 18	2170 ± 19	2181 ± 35	1635 ± 45
6.1	C	7,465	0.170	0.404	0.005	0.673	100.80%	2185 ± 20	2168 ± 20	2152 ± 33	1810 ± 114
7.1	C	7,901	0.231	0.429	0.007	0.926	103.60%	2302 ± 32	2219 ± 28	2144 ± 63	2146 ± 255
8.1	C	8,023	0.165	0.412	0.004	0.951	99.60%	2225 ± 17	2233 ± 18	2241 ± 11	1622 ± 42
9.1	C	9,106	0.197	0.431	0.005	0.249	98.30%	2308 ± 21	2348 ± 20	2383 ± 22	1790 ± 47
10.1	C	7,003	0.173	0.374	0.005	0.853	96.90%	2046 ± 22	2111 ± 21	2175 ± 45	1643 ± 102
11.1	C	7,421	0.203	0.397	0.006	0.592	99.60%	2154 ± 26	2163 ± 24	2172 ± 52	1804 ± 152
11.2	C	7,434	0.183	0.400	0.005	0.522	100.10%	2166 ± 23	2165 ± 22	2163 ± 29	1933 ± 87
12.1	C	5,267	0.117	0.304	0.003	0.980	91.30%	1708 ± 14	1863 ± 17	2041 ± 51	1606 ± 44
13.1	C	6,958	0.198	0.379	0.006	0.920	98.30%	2069 ± 28	2106 ± 25	2141 ± 27	1630 ± 50
14.1	C	7,433	0.194	0.395	0.006	0.512	99.10%	2145 ± 26	2164 ± 23	2183 ± 26	2168 ± 107
15.1	C	5,771	0.164	0.309	0.005	0.995	88.70%	1734 ± 22	1942 ± 21	2171 ± 62	1372 ± 70
16.1	C	13,074	0.398	0.507	0.010	0.514	98.50%	2644 ± 42	2684 ± 28	2715 ± 38	2784 ± 104
17.1	C	7,578	0.174	0.399	0.005	0.561	99.20%	2164 ± 23	2182 ± 20	2198 ± 23	2125 ± 54
18.1	C	7,579	0.179	0.399	0.005	0.792	99.10%	2162 ± 24	2182 ± 21	2201 ± 22	1949 ± 75
19.1	C	12,097	0.451	0.514	0.012	0.634	102.40%	2674 ± 53	2611 ± 34	2563 ± 58	2380 ± 234
20.1	C	7,552	0.196	0.398	0.006	0.556	99.10%	2159 ± 26	2179 ± 23	2197 ± 33	2246 ± 77
21.1	C	7,419	0.175	0.399	0.005	0.849	100.00%	2163 ± 23	2163 ± 21	2162 ± 19	1931 ± 38
22.1	C	7,684	0.173	0.402	0.005	0.611	99.30%	2179 ± 23	2194 ± 20	2208 ± 21	2029 ± 51
23.1	C	7,573	0.229	0.394	0.007	0.599	98.20%	2142 ± 31	2181 ± 27	2219 ± 39	1930 ± 115
24.1	C	11,087	0.347	0.476	0.009	0.349	99.20%	2509 ± 40	2530 ± 29	2547 ± 60	2421 ± 44
25.1	C	7,569	0.326	0.407	0.010	0.735	100.90%	2201 ± 46	2181 ± 38	2161 ± 61	1965 ± 107
26.1	C	9,194	0.186	0.439	0.005	0.391	99.60%	2348 ± 19	2357 ± 18	2365 ± 19	2702 ± 36
27.1	C	6,242	0.119	0.347	0.003	0.873	95.30%	1918 ± 15	2010 ± 16	2106 ± 16	2102 ± 47
28.1	C	11,665	0.428	0.480	0.011	0.784	98.00%	2527 ± 45	2577 ± 33	2617 ± 72	3085 ± 132
29.1	C	7,428	0.164	0.394	0.004	0.845	99.00%	2141 ± 20	2164 ± 19	2185 ± 22	2384 ± 63
30.1	C	6,967	0.154	0.375	0.004	0.999	97.40%	2053 ± 19	2107 ± 20	2160 ± 183	2416 ± 73
31.1	C	7,882	0.160	0.416	0.004	0.840	101.20%	2244 ± 19	2217 ± 18	2193 ± 18	2509 ± 53
32.1	C	7,514	0.176	0.403	0.005	0.794	100.30%	2181 ± 21	2174 ± 20	2168 ± 27	2443 ± 57

4.3.3.2.II. Amostra JMR 11: "Quartzito" grãos de zircão detritico.

Spot	Local	Razões					conc.	Idades			
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	ρ		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 1\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th} \pm 1\sigma$
1.1	C	7,829	0.213	0.405	0.008	0.294	99.30%	2196 ± 37	2211 ± 25	2225 ± 72	2630 ± 1444
2.1	C	6,185	0.141	0.342	0.005	0.934	94.60%	1897 ± 22	2002 ± 19	2112 ± 31	4713 ± 1351
3.1	C	6,715	0.153	0.364	0.005	0.985	96.30%	1999 ± 24	2074 ± 20	2149 ± 46	4360 ± 1243
4.1	C	7,049	0.134	0.380	0.003	0.946	98.10%	2077 ± 15	2117 ± 16	2156 ± 16	4110 ± 1289
5.1	C	8,122	0.174	0.403	0.005	0.855	97.20%	2182 ± 22	2244 ± 19	2302 ± 28	4723 ± 1376
6.1	C	4,659	0.101	0.264	0.004	0.997	84.80%	1510 ± 18	1759 ± 19	2069 ± 59	3286 ± 1171
7.1	C	6,117	0.158	0.343	0.004	0.821	95.20%	1899 ± 18	1992 ± 21	2090 ± 43	1675 ± 113
8.1	C	3,922	0.081	0.232	0.002	0.988	81.50%	1344 ± 10	1618 ± 16	1994 ± 45	1294 ± 35
9.1	C	6,677	0.140	0.372	0.003	0.842	98.40%	2037 ± 15	2069 ± 18	2101 ± 19	2215 ± 47

10.1	C	7,530	0.161	0.386	0.004	0.954	96.70%	2105 ± 17	2176 ± 19	2243 ± 20	1804 ± 81
11.1	C	6,959	0.134	0.378	0.003	0.351	98.10%	2067 ± 14	2106 ± 17	2144 ± 16	2037 ± 57
12.1	C	6,760	0.144	0.365	0.003	0.951	96.40%	2006 ± 16	2080 ± 19	2154 ± 40	2362 ± 69
13.1	C	6,411	0.128	0.353	0.003	0.721	95.80%	1949 ± 14	2033 ± 17	2120 ± 21	1773 ± 42
14.1	C	7,305	0.198	0.399	0.005	0.975	100.60%	2162 ± 22	2149 ± 25	2136 ± 45	1809 ± 100
15.1	C	4,685	0.086	0.272	0.002	0.836	86.90%	1548 ± 10	1764 ± 15	2031 ± 17	1518 ± 26
16.1	C	6,368	0.115	0.345	0.003	0.994	94.00%	1910 ± 12	2027 ± 15	2149 ± 33	2176 ± 22
17.1	C	6,249	0.114	0.345	0.003	0.993	94.90%	1911 ± 13	2011 ± 15	2114 ± 28	2186 ± 31
18.1	C	5,983	0.112	0.338	0.003	0.999	95.00%	1877 ± 13	1973 ± 17	2075 ± 137	1282 ± 77
19.1	C	7,268	0.147	0.380	0.003	0.994	96.80%	2077 ± 15	2144 ± 18	2209 ± 28	2428 ± 51
19.2	BM	0.729	0.015	0.090	0.001	0.858	99.80%	554 ± 3	556 ± 8	561 ± 44	518 ± 84
20.1	C	7,779	0.241	0.411	0.007	0.986	100.60%	2218 ± 32	2205 ± 28	2194 ± 85	2015 ± 164
21.1	C	8,859	0.180	0.413	0.004	0.996	95.70%	2226 ± 18	2323 ± 18	2409 ± 76	2175 ± 55
21.2	BM	0.740	0.023	0.090	0.001	0.180	98.80%	555 ± 5	562 ± 13	588 ± 103	27 ± 346
22.1	BM	0.707	0.017	0.086	0.001	0.768	97.70%	530 ± 4	542 ± 9	594 ± 66	17 ± 291
23.1	BM	0.727	0.015	0.089	0.001	0.356	98.80%	548 ± 3	554 ± 8	583 ± 50	348 ± 149
24.1	C	2,919	0.061	0.189	0.002	0.996	78.10%	1112 ± 8	1386 ± 14	1837 ± 92	1103 ± 20
25.1	C	16,068	0.304	0.543	0.005	0.987	97.00%	2794 ± 20	2880 ± 17	2941 ± 37	2608 ± 47
26.1	C	12,262	0.226	0.496	0.004	0.980	98.90%	2595 ± 18	2624 ± 17	2647 ± 23	2300 ± 39
27.1	C	7,111	0.137	0.376	0.003	0.999	96.80%	2059 ± 15	2125 ± 17	2190 ± 373	1861 ± 37
28.1	C	6,226	0.113	0.342	0.003	0.980	94.20%	1895 ± 12	2008 ± 15	2126 ± 19	1745 ± 28
29.1	C	6,928	0.125	0.377	0.003	0.997	98.10%	2063 ± 13	2102 ± 16	2140 ± 21	2019 ± 37
30.1	C	8,786	0.163	0.444	0.004	0.995	102.20%	2367 ± 16	2316 ± 17	2270 ± 37	2097 ± 37
31.1	C	7,513	0.182	0.400	0.004	0.458	99.70%	2168 ± 19	2174 ± 21	2180 ± 26	1883 ± 96
32.1	C	6,543	0.140	0.367	0.003	0.887	98.10%	2013 ± 13	2051 ± 18	2090 ± 19	1837 ± 39
33.1	C	10,092	0.220	0.457	0.004	0.980	98.40%	2427 ± 19	2443 ± 20	2456 ± 36	2152 ± 81
34.1	C	6,085	0.126	0.358	0.003	0.985	99.10%	1970 ± 12	1988 ± 18	2006 ± 15	1737 ± 45
35.1	C	5,901	0.126	0.312	0.003	0.975	88.60%	1749 ± 12	1961 ± 18	2193 ± 20	1881 ± 38
36.1	C	6,450	0.133	0.356	0.003	0.917	96.30%	1964 ± 12	2039 ± 18	2115 ± 20	1692 ± 38

4.3.4 BACIAS PALEOZOICAS

4.3.4.1. Amostra JMR 4: "Arenito Arcosiano" grãos de zircão detrítico.

Spot	Local	Razões						Idades			
		²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±1σ	p	conc.	²⁰⁶ Pb/ ²³⁵ U±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U±1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb±1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³² Th±1σ
1.1	C	5,793	0.146	0.338	0.004	0.937	96.50%	1878 ± 21	1945 ± 21	2016 ± 14,	1975 ± 24
2.1	C	11,700	0.317	0.477	0.007	0.406	97.40%	2515 ± 29	2580 ± 25	2632 ± 84	2434 ± 74
3.1	C	4,546	0.126	0.290	0.004	0.997	94.10%	1639 ± 19	1739 ± 25	1861 ± 159	1484 ± 51
4.1	C	0.759	0.029	0.092	0.001	0.215	98.60%	565 ± 7	573 ± 16	605 ± 74	526 ± 23
5.1	C	7,277	0.197	0.388	0.005	0.832	98.50%	2113 ± 25	2145 ± 24	2177 ± 25	2065 ± 69
6.1	C	4,669	0.128	0.312	0.004	0.994	99.50%	1752 ± 20	1761 ± 24	1772 ± 60	1553 ± 31
7.1	C	7,424	0.215	0.396	0.006	0.467	98.30%	2148 ± 26	2163 ± 26	2178 ± 56	2138 ± 82
7.2	C	7,315	0.189	0.390	0.005	0.941	98.70%	2122 ± 24	2150 ± 22	2177 ± 15	2083 ± 40
8.1	C	0.858	0.044	0.103	0.002	0.344	100.00%	628 ± 10	628 ± 24	628 ± 122	593 ± 15
9.1	C	7,245	0.346	0.379	0.008	0.872	96.70%	2071 ± 37	2142 ± 41	2210 ± 56	2248 ± 153
9.2	BM	0.793	0.031	0.095	0.001	0.410	98.80%	586 ± 8	593 ± 17	619 ± 59	617 ± 19
10.1	C	0.921	0.078	0.106	0.002	0.705	98.10%	650 ± 13	662 ± 42	705 ± 166	632 ± 47
11.1	C	6,793	0.193	0.372	0.005	0.991	97.70%	2037 ± 24	2084 ± 24	2131 ± 55	2158 ± 49
12.1	B	0.645	0.019	0.078	0.001	0.938	95.30%	482 ± 6	505 ± 11	611 ± 46	331 ± 6
12.2	C	0.788	0.026	0.094	0.001	0.933	98.30%	579 ± 8	589 ± 15	628 ± 69	580 ± 10
13.1	C	0.766	0.030	0.093	0.002	0.533	99.20%	572 ± 8	577 ± 17	595 ± 86	607 ± 13
14.1	C	0.823	0.045	0.096	0.002	0.363	97.20%	592 ± 10	609 ± 25	671 ± 127	635 ± 48
14.2	B	0.794	0.032	0.097	0.002	0.507	101.00%	599 ± 9	593 ± 18	570 ± 90	634 ± 26
15.1	C	7,632	0.264	0.396	0.007	0.232	98.30%	2151 ± 33	2188 ± 31	2223 ± 55	2225 ± 114
16.1	C	4,345	0.112	0.296	0.004	0.776	98.10%	1669 ± 21	1701 ± 21	1742 ± 19	1774 ± 28
17.1	C	4,549	0.125	0.305	0.005	0.823	98.70%	1716 ± 22	1739 ± 22	1767 ± 30	1829 ± 34
18.1	C	0.864	0.077	0.099	0.002	0.185	95.70%	605 ± 13	632 ± 42	728 ± 197	664 ± 35

19.1	C	0.778	0.057	0.094	0.002	0.247	98.70%	576 ± 11	584 ± 33	612 ± 208	612 ± 16
20.1	C	4,350	0.169	0.288	0.005	0.964	95.60%	1629 ± 26	1702 ± 33	1793 ± 101	1734 ± 82
21.1	C	0.939	0.054	0.106	0.002	0.211	96.20%	647 ± 11	672 ± 28	758 ± 115	678 ± 11
22.1	C	0.851	0.037	0.101	0.002	0.580	98.90%	618 ± 9	625 ± 20	650 ± 54	590 ± 24
23.1	C	0.866	0.045	0.100	0.002	0.393	96.50%	611 ± 9	633 ± 24	712 ± 180	512 ± 22
24.1	C	0.760	0.033	0.092	0.001	0.585	99.00%	568 ± 8	574 ± 18	597 ± 86	490 ± 28
25.1	C	0.825	0.030	0.097	0.001	0.333	98.10%	599 ± 7	610 ± 16	653 ± 68	506 ± 13
26.1	C	4,429	0.094	0.299	0.003	0.701	98.00%	1684 ± 16	1717 ± 17	1758 ± 14	1439 ± 33
27.1	C	4,491	0.104	0.302	0.004	0.949	98.20%	1698 ± 17	1729 ± 19	1766 ± 24	1448 ± 34
28.1	C	6,727	0.144	0.362	0.004	0.983	95.90%	1993 ± 19	2076 ± 19	2159 ± 15	1663 ± 52
29.1	C	1,370	0.131	0.142	0.004	0.347	97.70%	856 ± 20	876 ± 55	927 ± 328	656 ± 76
30.1	C	0.775	0.024	0.094	0.001	0.771	98.10%	577 ± 6	582 ± 13	604 ± 111	473 ± 18
31.1	C	0.787	0.056	0.093	0.002	0.255	96.80%	570 ± 10	589 ± 32	661 ± 241	477 ± 58
32.1	C	6,963	0.321	0.385	0.008	0.626	99.70%	2101 ± 37	2106 ± 39	2111 ± 88	2015 ± 316
33.1	C	2,417	0.075	0.208	0.003	0.976	97.80%	1220 ± 14	1247 ± 22	1294 ± 122	998 ± 55
34.1	C	1,484	0.049	0.153	0.002	0.443	99.30%	917 ± 11	923 ± 19	939 ± 51	803 ± 29
35.1	C	7,254	0.203	0.390	0.006	0.636	98.90%	2120 ± 25	2143 ± 24	2165 ± 35	1869 ± 179
36.1	C	0.825	0.056	0.100	0.001	0.213	100.40%	612 ± 8	610 ± 30	602 ± 120	725 ± 23
37.1	C	0.796	0.055	0.096	0.001	0.455	99.60%	592 ± 8	594 ± 31	604 ± 165	640 ± 34
38.1	C	1,312	0.128	0.142	0.003	0.485	100.80%	858 ± 15	851 ± 55	832 ± 306	1007 ± 95
39.1	C	2,099	0.049	0.188	0.002	0.945	96.70%	1111 ± 9	1148 ± 16	1219 ± 25	1211 ± 66
40.1	C	0.815	0.093	0.100	0.002	0.514	101.40%	613 ± 11	605 ± 49	574 ± 358	728 ± 67
41.1	C	0.784	0.028	0.096	0.001	0.389	100.40%	590 ± 5	587 ± 15	578 ± 53	679 ± 9
42.1	C	0.819	0.046	0.099	0.001	0.419	100.00%	607 ± 7	607 ± 25	608 ± 109	727 ± 19
43.1	C	5,982	0.141	0.350	0.003	0.931	98.10%	1936 ± 16	1973 ± 20	2011 ± 25	2245 ± 57
44.1	C	0.778	0.055	0.091	0.001	0.233	96.40%	563 ± 8	584 ± 31	665 ± 144	646 ± 34
45.1	C	1,378	0.121	0.147	0.003	0.296	100.50%	883 ± 14	879 ± 51	869 ± 191	1032 ± 88
46.1	C	4,269	0.117	0.289	0.003	0.746	96.80%	1634 ± 15	1687 ± 22	1754 ± 21	1829 ± 32
47.1	B ^{II}	0.758	0.060	0.093	0.002	0.192	100.20%	573 ± 8	572 ± 36	568 ± 268	383 ± 1329
47.2	C	5,923	0.169	0.339	0.004	0.986	95.60%	1880 ± 17	1984 ± 24	2054 ± 29	2082 ± 36
48.1	C	5,780	0.133	0.327	0.003	0.978	93.60%	1822 ± 16	1943 ± 19	2074 ± 58	1398 ± 47
49.1	C	5,670	0.125	0.326	0.003	0.888	94.40%	1820 ± 16	1926 ± 18	2042 ± 12	1858 ± 20
50.1	C	5,675	0.153	0.341	0.004	0.619	98.10%	1890 ± 19	1927 ± 23	1967 ± 28	1821 ± 46
50.2	B	1,908	0.047	0.139	0.002	0.905	74.50%	838 ± 8	1083 ± 16	1616 ± 75	417 ± 18
51.1	C	0.777	0.042	0.094	0.001	0.149	99.40%	579 ± 7	583 ± 23	598 ± 137	542 ± 13
52.1	C	0.830	0.025	0.098	0.001	0.909	97.90%	600 ± 6	613 ± 13	659 ± 47	605 ± 11
53.1	C	9,006	0.188	0.329	0.003	0.998	75.90%	1835 ± 15	2338 ± 17	2812 ± 80	2416 ± 27
53.2	B	1,669	0.046	0.125	0.001	0.996	72.60%	756 ± 7	996 ± 14	1570 ± 438	1897 ± 77
53.3	B ^{II}	0.695	0.020	0.083	0.001	0.984	95.60%	512 ± 5	536 ± 12	636 ± 25	236 ± 43
54.1	C	5,860	0.125	0.341	0.003	0.997	96.80%	1893 ± 16	1955 ± 17	2021 ± 61	1469 ± 59
54.2	B	3,067	0.077	0.192	0.002	0.997	77.30%	1134 ± 11	1424 ± 18	1889 ± 112	476 ± 33
55.1	C	6,916	0.160	0.379	0.004	0.659	98.70%	2073 ± 19	2100 ± 20	2127 ± 17	2112 ± 43
56.1	C	0.764	0.029	0.093	0.001	0.617	99.20%	571 ± 6	576 ± 16	595 ± 43	530 ± 28
57.1	C	0.632	0.020	0.078	0.001	0.784	96.80%	481 ± 5	497 ± 12	569 ± 68	253 ± 6
57.2	B ^{II}	0.756	0.025	0.091	0.001	0.587	97.90%	560 ± 6	571 ± 14	618 ± 49	453 ± 20
58.1	C	0.817	0.048	0.094	0.002	0.560	95.00%	576 ± 9	606 ± 26	717 ± 152	508 ± 20
59.1	C	6,805	0.170	0.369	0.004	0.965	97.00%	2024 ± 20	2086 ± 21	2147 ± 21	1999 ± 50
60.1	C	1,255	0.064	0.137	0.002	0.417	100.20%	827 ± 12	825 ± 28	821 ± 101	758 ± 23
61.1	C	0.841	0.042	0.101	0.002	0.613	99.70%	617 ± 9	619 ± 22	627 ± 102	556 ± 28
62.1	C	0.774	0.033	0.094	0.001	0.523	99.30%	577 ± 7	581 ± 18	598 ± 88	487 ± 14
63.1	C	0.818	0.036	0.099	0.001	0.129	100.00%	606 ± 8	606 ± 20	607 ± 86	575 ± 16
64.1	C	0.921	0.094	0.101	0.003	0.068	93.20%	619 ± 15	663 ± 48	814 ± 368	564 ± 43
65.1	C	0.778	0.025	0.095	0.001	0.591	100.00%	584 ± 6	584 ± 14	584 ± 78	459 ± 67
66.1	C	0.821	0.022	0.098	0.001	0.798	99.40%	604 ± 6	608 ± 12	622 ± 31	557 ± 13
67.1	C	0.843	0.033	0.101	0.001	0.693	99.70%	619 ± 8	620 ± 18	627 ± 146	504 ± 13

68.1	C	4,274	0.098	0.248	0.003	0.982	83.20%	1426 ± 14	1688 ± 18	2030 ± 115	1385 ± 86
------	---	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-----------	-----------	------------	-----------

4.3.4.2. Amostra JMR 5: "Arenito Lítico" grãos de zircão detrítico.

Spot	Local	Razões					conc.	Idades			
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	p		$^{208}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 1\sigma$	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th} \pm 1\sigma$
1.1	C	7,089	0.204	0.374	0.008	0.978	96.50%	2049 ± 28	2122 ± 25	2194 ± 14	2186 ± 27
2.1	C	10,047	0.296	0.458	0.008	0.996	99.70%	2432 ± 33	2439 ± 26	2444 ± 84	2561 ± 36
3.1	C	7,044	0.203	0.367	0.006	0.975	95.00%	2013 ± 28	2117 ± 25	2219 ± 9	1965 ± 30
4.1	C	2,302	0.075	0.145	0.003	0.805	67.10%	869 ± 14	1212 ± 22	1888 ± 88	596 ± 11
5.1	C	7,732	0.219	0.396	0.007	0.999	97.80%	2151 ± 29	2200 ± 25	2245 ± 57	2234 ± 29
6.1	C	7,913	0.246	0.406	0.007	0.976	98.90%	2197 ± 32	2221 ± 27	2243 ± 16	2377 ± 29
7.1	C	7,339	0.210	0.399	0.007	0.963	100.40%	2162 ± 30	2153 ± 25	2145 ± 10	2305 ± 33
8.1	C	1,950	0.286	0.173	0.007	0.341	93.20%	1026 ± 40	1098 ± 99	1243 ± 294	1208 ± 234
9.1	C	0.803	0.034	0.095	0.002	0.762	98.00%	587 ± 10	598 ± 19	643 ± 55	602 ± 15
9.2	B	0.758	0.043	0.095	0.002	0.157	102.00%	584 ± 11	573 ± 24	528 ± 124	619 ± 19
10.1	C	7,778	0.253	0.402	0.007	0.951	98.80%	2178 ± 33	2205 ± 29	2231 ± 18	2210 ± 41
10.2	B	6,845	0.211	0.357	0.006	0.961	93.80%	1966 ± 29	2091 ± 27	2216 ± 12	1470 ± 38
11.1	C	7,452	0.256	0.388	0.008	0.995	97.50%	2114 ± 34	2167 ± 29	2217 ± 24	2259 ± 64
12.1	C	0.769	0.029	0.094	0.001	0.733	99.70%	577 ± 6	579 ± 16	587 ± 57	474 ± 15
13.1	C	7,014	0.198	0.385	0.004	0.760	99.50%	2101 ± 20	2113 ± 24	2124 ± 23	1786 ± 42
14.1	C	7,175	0.171	0.381	0.004	0.982	97.50%	2080 ± 16	2133 ± 21	2184 ± 13	1828 ± 33
15.1	C	5,363	0.263	0.335	0.007	0.573	99.20%	1863 ± 33	1878 ± 43	1895 ± 101	1549 ± 78
16.1	C	7,302	0.175	0.380	0.004	0.999	96.70%	2078 ± 16	2149 ± 21	2217 ± 61	1567 ± 27
17.1	B	1,694	0.052	0.166	0.002	0.728	98.60%	992 ± 10	1006 ± 19	1037 ± 31	851 ± 35
18.1	C	7,270	0.192	0.387	0.004	0.719	98.20%	2106 ± 18	2145 ± 23	2182 ± 14	1742 ± 26
19.1	C	24,815	0.608	0.657	0.007	0.897	98.60%	3254 ± 27	3300 ± 24	3329 ± 27	3224 ± 99
20.1	C	5,685	0.141	0.336	0.003	0.940	96.80%	1868 ± 15	1929 ± 21	1995 ± 15	1650 ± 27
20.2	B	0.682	0.176	0.077	0.005	0.084	90.20%	478 ± 30	528 ± 113	747 ± 557	41 ± 59
21.1	C	19,434	0.502	0.586	0.007	0.979	97.00%	2874 ± 27	3063 ± 24	3122 ± 9	2585 ± 80
22.1	C	7,213	0.177	0.377	0.004	0.952	96.30%	2060 ± 17	2138 ± 22	2213 ± 13	1754 ± 37
23.1	C	0.765	0.043	0.093	0.002	0.307	99.30%	572 ± 8	576 ± 24	592 ± 127	463 ± 35
24.1	C	6,549	0.178	0.369	0.004	0.440	98.60%	2023 ± 19	2052 ± 23	2081 ± 29	2822 ± 76
25.1	C	1,161	0.036	0.129	0.001	0.288	100.20%	783 ± 7	782 ± 17	778 ± 48	934 ± 50
26.1	C	9,809	0.212	0.452	0.004	0.731	99.40%	2401 ± 18	2416 ± 19	2429 ± 13	3287 ± 86
27.1	C	0.834	0.049	0.104	0.002	0.587	103.10%	635 ± 9	615 ± 27	545 ± 135	832 ± 43
28.1	C	1,650	0.113	0.164	0.003	0.335	98.90%	979 ± 18	989 ± 43	1012 ± 140	1146 ± 65
29.1	C	0.972	0.067	0.116	0.002	0.264	102.50%	707 ± 12	689 ± 34	633 ± 161	960 ± 197
29.2	B	1,027	0.054	0.114	0.002	0.545	96.90%	695 ± 10	717 ± 27	785 ± 189	717 ± 134
30.1	C	1,535	0.078	0.160	0.003	0.371	101.20%	955 ± 13	944 ± 31	917 ± 87	1282 ± 56
31.1	C	0.812	0.051	0.093	0.002	0.562	95.00%	574 ± 9	603 ± 30	715 ± 237	751 ± 50
32.1	C	0.813	0.029	0.096	0.001	0.930	97.80%	591 ± 6	604 ± 16	653 ± 74	703 ± 23
33.1	C	7,133	0.187	0.379	0.004	0.870	97.30%	2072 ± 19	2128 ± 23	2182 ± 28	2884 ± 76
34.1	C	1,745	0.064	0.171	0.002	0.619	99.00%	1014 ± 11	1025 ± 24	1047 ± 60	1483 ± 57
35.1	C	0.728	0.043	0.087	0.001	0.640	96.70%	537 ± 8	555 ± 25	630 ± 159	677 ± 51
36.1	C	5,416	0.126	0.305	0.003	0.996	90.40%	1714 ± 16	1887 ± 20	2083 ± 37	2485 ± 39
37.1	B	2,760	0.061	0.162	0.002	0.994	67.10%	965 ± 9	1344 ± 16	2013 ± 97	1050 ± 10
38.1	C	4,948	0.139	0.308	0.004	0.985	95.60%	1732 ± 18	1810 ± 23	1901 ± 34	2852 ± 53
39.1	C	0.765	0.073	0.091	0.002	0.346	96.90%	559 ± 11	576 ± 42	646 ± 320	768 ± 85
40.1	C	0.732	0.027	0.091	0.001	0.876	100.10%	558 ± 6	557 ± 15	555 ± 47	706 ± 19
41.1	C	7,528	0.188	0.405	0.005	0.985	100.80%	2192 ± 21	2176 ± 23	2160 ± 42	2699 ± 86
42.1	C	7,651	0.210	0.394	0.005	0.993	97.60%	2139 ± 22	2190 ± 24	2239 ± 40	3327 ± 61
43.1	C	0.825	0.056	0.098	0.002	0.596	98.90%	604 ± 9	610 ± 31	636 ± 197	833 ± 45
44.1	C	0.838	0.035	0.098	0.001	0.407	97.80%	605 ± 7	618 ± 19	666 ± 64	905 ± 29
45.1	C	7,401	0.220	0.391	0.005	0.965	98.40%	2127 ± 23	2161 ± 26	2193 ± 19	3223 ± 86
46.1	C	0.719	0.049	0.092	0.002	0.647	102.70%	564 ± 8	549 ± 28	488 ± 188	834 ± 53
47.1	C	7,029	0.176	0.375	0.004	0.959	97.00%	2052 ± 20	2115 ± 21	2176 ± 18	3049 ± 31

48.1	C	0.908	0.082	0.105	0.002	0.852	98.20%	644 ± 12	656 ± 42	695 ± 284	1146 ± 91
49.1	C	1.487	0.050	0.152	0.002	0.845	98.50%	911 ± 11	925 ± 20	957 ± 144	853 ± 30
50.1	C	0.748	0.029	0.090	0.001	0.467	98.00%	555 ± 7	566 ± 16	611 ± 118	573 ± 17
51.1	C	11,422	0.229	0.470	0.005	0.764	97.00%	2481 ± 22	2558 ± 18	2619 ± 11	2474 ± 28
52.1	C	0.645	0.025	0.100	0.001	0.833	119.20%	612 ± 7	505 ± 15	45 ± 256	522 ± 9
53.1	C	12,446	0.249	0.481	0.005	0.963	95.80%	2530 ± 22	2638 ± 18	2722 ± 24	2444 ± 28
54.1	C	7,173	0.145	0.384	0.004	0.949	98.10%	2093 ± 19	2133 ± 17	2171 ± 12	2057 ± 27
55.1	C	7,123	0.141	0.374	0.004	0.928	96.20%	2046 ± 18	2126 ± 17	2205 ± 23	2038 ± 22
56.1	C	7,157	0.146	0.388	0.004	0.948	99.20%	2115 ± 19	2131 ± 18	2146 ± 12	2165 ± 31
57.1	C	7,640	0.157	0.396	0.004	0.826	98.20%	2151 ± 20	2189 ± 18	2225 ± 13	2137 ± 26
58.1	C	0.757	0.019	0.089	0.001	0.411	95.40%	546 ± 6	572 ± 11	675 ± 63	538 ± 10
59.1	C	0.811	0.034	0.095	0.002	0.243	96.40%	582 ± 8	603 ± 19	683 ± 191	559 ± 23
60.1	C	6,235	0.118	0.358	0.004	0.992	98.10%	1971 ± 17	2009 ± 16	2048 ± 20	1880 ± 23
61.1	C	1,316	0.054	0.143	0.002	0.113	100.90%	860 ± 12	852 ± 23	832 ± 130	858 ± 36
62.1	C	1,801	0.068	0.171	0.003	0.557	97.20%	1016 ± 15	1045 ± 25	1106 ± 68	935 ± 21
63.1	C	4,628	0.199	0.305	0.006	0.452	97.90%	1717 ± 30	1754 ± 36	1798 ± 82	1530 ± 43
64.1	C	16,020	0.348	0.549	0.007	0.986	97.90%	2818 ± 27	2877 ± 21	2919 ± 70	2617 ± 36
65.1	C	0.925	0.067	0.108	0.003	0.246	99.30%	660 ± 14	665 ± 35	680 ± 277	591 ± 46
66.1	C	0.972	0.026	0.112	0.001	0.850	98.90%	682 ± 8	689 ± 13	713 ± 33	602 ± 9
67.1	C	0.737	0.025	0.089	0.001	0.481	97.60%	547 ± 7	560 ± 14	614 ± 60	467 ± 9
68.1	C	0.794	0.029	0.095	0.001	0.034	98.70%	586 ± 8	593 ± 16	622 ± 80	553 ± 14
69.1	C	7,548	0.169	0.400	0.005	0.992	98.90%	2166 ± 22	2190 ± 20	2212 ± 22	1934 ± 22
69.2	B	5,223	0.167	0.294	0.005	0.982	89.00%	1663 ± 23	1856 ± 25	2079 ± 67	823 ± 41
70.1	C	0.877	0.031	0.103	0.002	0.414	98.70%	631 ± 8	639 ± 16	668 ± 236	590 ± 11
71.1	C	1,628	0.056	0.161	0.002	0.276	98.00%	961 ± 13	981 ± 21	1024 ± 87	901 ± 23
72.1	C	8,840	0.201	0.428	0.005	0.963	98.90%	2295 ± 24	2321 ± 21	2344 ± 42	2044 ± 34
73.1	C	4,552	0.120	0.304	0.004	0.968	98.30%	1710 ± 20	1740 ± 22	1776 ± 36	1485 ± 27

ANEXO 3

ANEXO 1. ANÁLISE PETROGRÁFICA

Foram confeccionadas 11 seções delgadas das amostras estudadas para as análises petrográficas. As descrições são apresentadas abaixo.

COMPLEXO DE EMBASAMENTO (COMPLEXO GRANJEIRO)

Ortognaisse JMR-1A

Rocha de composição tonalítica, de textura grano-lepidoblástica constituída essencialmente por quartzo (25%), **biotita** (30%), **plagioclásio** (30%), **álcali-feldspato** (4%), **epídoto** (10%), **titanita** (2%), e acessoriamente por hornblenda e minerais opacos. Apresenta-se moderadamente foliada, com uma foliação espaçada, do tipo xistosa. O domínio de micrólitos é definido por quartzo, plagioclásio e álcali-feldspato, enquanto o domínio de clivagem é caracterizado por biotita **Fig.1.1 (A)(B)**.

Cristais de **quartzo** exibem feições de deformação tipo, extinção ondulante e subgrãos, estabelecendo contatos retos, denteados, e ligeiramente curvados e lobados entre si. Os grãos são inequigranulares com tendência a formar uma trama hexagonal. Relações de contatos com cristais de plagioclásio e álcali-feldspatos são predominantemente retas, lobadas e denteadas, enquanto com cristais de biotita são retas e levemente curvas. Apresentam tamanhos máximos de 200 μm .

Os cristais de **biotita** apresentam-se com hábitos lamelares, são subedrais e anedrais, com tamanhos variando de 25 μm a 1mm. Em geral possuem moderada orientação preferencial.

Cristais de **plagioclásio** principalmente de tipo albita, apresentam hábitos granulares, tamanhos finos a médios e formas subédricas a anédricas. Exibem contatos retos entre si e com biotita. Apresentam orientação preferencial moderada, feições de fraturamento e alteração para sericita e minerais do grupo do epídoto principalmente espécie zoisita.

Os cristais de álcali-feldspato são subédricas e com tamanhos de 200 μm a 400 μm . Encontram-se moderadamente orientados, estabelecendo contatos retos e curvos com plagioclásio e quartzo. Apresentam feições de fraturamento e feições de alteração para caulinita.

Os cristais de **epídoto** apresentam tamanhos entre 30 μm e 200 μm , são subédricas, hábito granular e moderada orientação preferencial. Estabelecem relações de contatos curvas e retas com cristais de quartzo e plagioclásio e curvas e irregulares com magnetita, óxidos de ferro e opacos, sendo o epídoto o produto de alteração. **Fig 1.1. (C)(D)**

Cristais de **titanita** são losangular e inequigranulares, subédricos a anédricos, e exibem tamanhos máximos de 350 μm , possuem fraca orientação preferencial e apresentam paragêneses com biotita e predominantemente com opacos (ilmenita?) da qual surgem como produto de alteração. **Fig.1.1 (E)(F)(G)**.

Os cristais de **hornblenda** são equigranulares e em geral possuem tamanhos médios de 250µm, são euédricas a subédricas e com orientação preferencial moderada. Mostram relações de contatos serrilhadas e irregulares. Feições de alteração são caracterizadas por cristais de clorita (**Fig.1.1 (C) e (D)**).

Minerais opacos exibem cristais euédricos hexagonais e retangulares, equigranulares, de magnetita(?) e/ou hematita(?). Em geral possuem tamanhos de 700 µm, e fraca orientação preferencial, desenvolvendo epídoto. Minerais opacos de caráter anedral, possivelmente ilmenita, alteram para titanita, e exibem contatos curvos.

Ortognaisse JMR-1B

Rocha de composição tonalítico-granodiorítica, de textura grano-lepidoblástica, composta por **quartzo** (25%), **biotita** (26%), **plagioclásio** (32%), **álcali-feldspato** (6%), **epídoto** (9%), **titanita** (2%), e **minerais opacos**. Encontra-se moderadamente foliada, definindo uma foliação do tipo espaçada-xistosa, com cerca do 50% de volume de domínio de clivagem. O domínio de microlitos é definido predominantemente por quartzo e plagioclásio desenvolvendo uma textura granoblástica enquanto o domínio de clivagem é dominadamente por biotita exibindo um padrão anastomosado **Fig.1.2 (A)(B)**.

Os cristais de **quartzo** possuem tamanhos médios de 200µm, com formas subédricas, moderada orientação preferencial, e feições de deformação como extinção ondulante e subgrãos. Estabelecem relações de contatos levemente curvos, retos e moderadamente lobados. Sua tendência é de configurar uma trama poligonal com plagioclásio e álcali-feldspato.

Cristais de **plagioclásio** são inequigranulares e comumente mostram hábitos granulares, com tamanhos máximos de 250 µm. Apresentam formas subédricas, e moderada orientação preferencial. Possuem contatos curvos e retos com cristais de mesma espécie, e com álcali-feldspato e quartzo, configurando junções tríplexes, semelhantes aquelas de **texturas granoblásticas**. Apresentam alteração para sericita, e localizadas texturas mirmequítica. Feições de deformação são caracterizadas por geminação deformacional.**Fig.1.2 (C)(D)**

Os cristais de **feldspato** são inequigranulares, possuem tamanhos variando desde finos até grossos (~ 200µm). Estabelecem contatos curvos com quartzo e plagioclásio. Geralmente mostram feições de alteração para grãos de aspecto sujo, possivelmente minerais argilosos

Figura 1.1 (A) (B) Microfotografias exibindo o aspecto da foliação e textura em nicóis cruzados e nicóis paralelos. (C)(D) Agregados minerais de hornblenda clorita e epidoto. (E) (F) Agregados de titanita e epidoto em nicóis paralelos e cruzados. (G) Agregados anedrais de titanita. (H) Agregados de epidoto e alteração de hornblenda a clorita.

Biotita exibe cristais inequigranulares com formas subédricas e hábitos lamelares até tabulares nas frações mais grossas. Em geral possuem moderada a forte orientação preferencial, estabelecendo com quartzo, plagioclásio e álcali-feldspato contatos retos, curvos a levemente denteados. Exibe feições de deformação como lamelas e extinção ondulante.

O **epídoto** ocorre geralmente em paragêneses com plagioclásio, biotita e minerais opacos, em agregados granulares irregulares com tamanhos entre 125 µm - 500 µm, configurando contatos comumente curvos. **Fig.1.2 (E)(F).**

Os cristais de **titanita** exibem formas subédricas, hábito losangular, e tamanhos que variam entre 30 µm a 400 µm. Encontram-se em paragêneses com biotita por meio de contatos curvos e retos, e comumente exibem núcleos de minerais opacos (ilmenita?), indicando a transição transcorrida pelos efeitos de alteração. **Fig.1.2 (G)(H).**

Os cristais de **feldspato** são inequigranulares e possuem tamanhos variando desde finos até grossos, com tamanhos máximos de 200µm. Estabelecem contatos curvos com quartzo e plagioclásio. Geralmente mostram feições de alteração para grãos de aspecto sujo, possivelmente minerais argilosos.

Minerais opacos são principalmente ilmenita. Esses cristais possuem formas anédricas e mostram diversos tamanhos (desde finos até grossos). Como feição de alteração ocorre a titanita.

SEQUÊNCIA SUPRACRUSTAL LAVRAS DA MANGABEIRA.

Metaconglomerado JMR 3

Rocha com textura porfiroblástica, exibindo texturas secundárias como granoblástica e lepidoblástica, constituída essencialmente por **quartzo** (90%), **muscovita** (8%), **turmalina** (1%), e **minerais opacos** (1%), e acessoriamente por titanita, monazita e **biotita**. Estes últimos minerais estão organizados em bandas dominadas por muscovita que em geral circundam porfiroblastos de quartzo. **Fig.1.3 (A)(B).**

Os cristais de quartzo ocorrem em geral sob a forma de porfiroblastos lenticulares do tipo phi (φ) simétricos, com tamanhos médios a grossos (máximo 5 mm), inequigranulares. Possuem forte orientação preferencial. Apresentam formas subédricas, estabelecendo relações de contatos retos, denteados, e levemente curvos, em textura **granoblástica**. Os cristais maiores exibem extinção ondulante, subgrãos e novos grãos, localizados principalmente nas bordas dos porfiroblastos. Neste setor encontram-se cristais de quartzo de hábito granular em tamanhos médios de 200 µm com formas subédricas e contatos retos com a muscovita, desenvolvendo uma **textura grano-lepidoblástica**. **Fig.1.3 (C).**

Figura 1.2 (A) (B) Fotomicrográficas com o aspecto da foliação e textura em nicóis paralelos e em nicóis cruzados. (C) cristais de plagioclásio zonado. (D) Plagioclásio alterado. (E) Agregados de epidoto em nicóis paralelos e nicóis cruzados. (G)(H) Titanita e epidoto em nicóis paralelos e cruzados.

Os cristais de **muscovita** possuem hábito lamelar e tabular com formas euédricas a subédricas, e orientação preferencial forte. Apresentam contatos retos entre si e com quartzo. Ocorre em agregados de muscovita estabelecendo cordões tangenciais que bordejam os porfidoblastos de quartzo. Nestas faixas observa-se opacos e poucos cristais lamelares de biotita crescendo da muscovita .

Os cristais de **turmalina** possuem tamanhos entre 200 µm e 600 µm, formas subédricas e anédricas, e hábito prismático. Apresentam orientação preferencial moderada a forte. Encontram-se comumente em paragêneses com muscovita e quartzo, estabelecendo contatos retos. **Fig.1.3(D)(E)(F).**

Minerais acessórios como **titanita**, **monazita** e **biotita** constituem aproximadamente 1% da composição da rocha. Os cristais de **titanita** são subequigranulares, subédricos, com tamanhos de 125 µm, em paragêneses com minerais opacos e muscovita. A **monazita** exibe tamanhos finos de 50 µm até 100 µm idiomórficos e alongados.

Quartzito JMR2

Rocha de textura granoblástica e grano-lepidoblástica, composta essencialmente de **quartzo** (60%), **plagioclásio** (10%), **ortoclásio** (11%), **microclínio** (8%), **muscovita** (10%) e como acessórios epidoto, apatita e grafita(?). Minerais secundários são clorita e biotita, os quais são produto de alteração da muscovita. Apresenta foliação de tipo contínuo, definida pela muscovita e as feições de alteração do plagioclásio e álcali-feldspato. **Fig.1.4 (A)(B)**

Os cristais de **quartzo** são subédricos a anédricos e exibem tamanhos médios de 250 µm, com orientação predominante entre incipiente e moderada. As relações de contatos são curvas, lobadas e retas entre si e entre cristais de álcali-feldspatos; e retas com cristais de muscovita, desenvolvendo uma fábrica inequigranular-interlobada. Exibe grãos com extinção ondulante, e subgrãos com inclusões de muscovita e grafita(?)

A **muscovita** possui variedades de tamanhos desde 10 µm até 600 µm, com formas subédricas a anédricas em hábito tabular e lamelar, com contatos retos e serrilhados entre si e principalmente com álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. Apresenta cristais inclusos no álcali-feldspato e exemplares que registram a transição a biotita.

Álcali-feldspato (ortoclásio?) ocorre em tamanhos médios, inequigranulares, com formas subédricas, e moderada orientação preferencial. Contem inclusões de muscovita e biotita estabelecendo contatos serrilhados dentro do cristal do álcali-feldspato, apresentando uma aparência suja com feições de alteração de argilo minerais (caulinita?). Ocorre também **microclínio** exibindo cristais com tamanhos médios, anedrais, estabelecendo contatos denteados, curvos e lobados com quartzo e ortoclásio. **Fig.1.4 (C)(D).**

Figura 1.3. (A) Nicóis paralelos (B) Nicóis cruzados. Fotomicrográficas exibindo a textura porfidoblástica. (C) Porfidoblasto de quartzo exibindo contatos denteados e retos. (D) Turmalina eudral e subedral em agregado tabular de muscovita. (E) e (F) Turmalina subedral e anedrales com pleocroismo rosa e verde escuro.

Os cristais de **plagioclásio** são **anedrais**, com tamanhos médios de 200 µm, inequigranulares, estabelecendo contatos curvos, lobados e retos com quartzo e álcali-feldspato. Apresentam-se com orientação preferencial fraca e com feições de alteração a sericita.

Os minerais acessórios (**grafita(?)**, **epídoto**, e **apatita**) não ultrapassam 1% da composição da rocha. **A grafita(?)** exibe hábito granular, tamanhos finos a médios e contatos irregulares com os outros minerais. Os cristais de epídoto são subeudrais, com hábito granular e

tamanhos finos (50µm). Possuem relações de contatos curvas com os cristais de quartzo e álcali-feldspato. Os cristais de apatita são predominantemente euédricos, com tamanhos de aproximadamente 10 µm.

Figura 1.4.(A) (B) Foliação e textura grano-lepidoblástica em nicóis paralelos e nicóis cruzados. (C) Feldspato com inclusões de muscovita e relações de contato com quartzo e biotita. (D) cristais de microclínio e feldspato

SEQUÊNCIA SUPRACRUSTAL SERIDÓ (região entre Coremas e Cajazeiras -PB)

Paragneisse JMR 12

Rocha com foliação contínua de caráter xistosa, composta por **quartzo (40%)**, **biotita (40%)**, **plagioclásio (20%)**, **granada(2%)**, e acessoriamente turmalina, apatita e zircão. Possui **textura predominantemente grano-lepidoblástica**. Apresenta-se moderadamente foliada, sendo a biotita o principal mineral que define a foliação **Fig.1.5 (A)(B)**.

Os cristais de **quartzo** são inequigranulares, com formas subédrica e anédrica, com tamanhos máximos de 1.5 mm, estabelecendo contatos retos e serrilhados com biotita, e lobados, denteados, curvos, e serrilhados entre si e com plagioclásio. Apresentam subgrãos, novos grãos e extinção ondulante como principais feições de deformação.

Os cristais de **biotita** são subédricas, com hábito acicular e predominantemente tabular e moderada orientação preferencial, caracterizando um arranjo lepidoblástico. Apresentam,

tamanhos finos a médios (< 700 µm) e por vezes exibem formas alongadas. Localmente exibem contatos irregulares que configuram porções granulares.

Cristais equigranulares de **granada** possuem tamanhos médios (< 1mm), formas euédricas, e contatos levemente curvos e lobados com quartzo e plagioclásio, e retos e levemente serrilhados com biotita. Exibem inclusões de zircão, apatita, quartzo e minerais opacos alongados, indicando um evento dextral sintectônico. **Fig.1.5 (C)(D).**

Cristais de **plagioclásio** possuem tamanhos máximos de 500 µm, formas subédricas a anédricas, geralmente com hábito granular, exibindo orientação moderada e contatos denteados e serrilhados com biotita. Apresentam feições de deformação como geminações deformacionais.

Cristais de **turmalina** são euédricas, inequigranulares, com tamanhos máximos de 500 µm, e hábito prismático. Apresentam contatos curvos e retos com biotita e quartzo. **Fig.1.5 (E)(F).**

Quartzito JMR 8

Rocha composta essencialmente por **quartzo** (90%), **muscovita** (9%), e **turmalina**(1%), e acessoriamente por **titanita**, **epídoto**, **monazita** e **biotita**. Geralmente apresenta textura porfiroblástica grossa, com porfidoblastos simétricos lenticulares, inequigranulares do tipo phi (φ). Possuem tamanhos médios a grossos (máximo 5 mm), assim como texturas grano-blástica e grano-lepidoblástica, predominante nas granulações mais finas de quartzo. **Fig.1.6 (A)(B).**

Os cristais de **quartzo** são grãos inequigranulares com formas subédricas a anédricas, alongados, e com tamanhos médios entre 200 µm - 1.3 mm. Mostram orientação preferencial forte. Os contatos são retos, curvos, e levemente lobados entre si. Os porfidoblastos são alongados com inclusões de muscovita acicular de 40 µm, e ocorre em tamanhos grossos máximos de 5.5 mm. Apresentam feições de deformação como subgrãos, novos grãos e extinção ondulante.

Os cristais de **muscovita** são euédricas a subédricas, com tamanhos variados (40 µm – 2 mm), hábito prismático, e orientação preferencial moderada a forte. Exibem contatos retos entre si, e com cristais de turmalina e quartzo. Comumente ocorrem sob a forma de faixas que bordejam cristais e porfidoblastos de quartzo. onde registrassem feições de deformação como extinção ondulante.

Os cristais de **turmalina** são inequigranulares, subédricos a anédricos, com tamanhos máximos de 850 µm, hábito prismático e orientação preferencial moderada. Encontram-se em paragêneses com quartzo e muscovita, onde desenvolvem contatos levemente retos com esses cristais **Fig.1.6 (C)(D).**

Minerais acessórios como titanita, monazita e biotita perfazem menos de 1% da composição da rocha. Os cristais de **titanita** são subequigranulares, subédricos, exibem tamanhos de 125 μm , e estão em paragêneses com minerais opacos e muscovita. A **monazita** exhibe tamanhos médios de 50 μm ate 80 μm , com formas euédrais alongados a subedrais. Encontra-se inclusa em quartzo e muscovita. A **biotita** apresenta uma variedade de tamanhos principalmente finos. O **epídoto** é anédrico, com tamanhos de 100 μm , constituindo a menor fração dos acessórios.

Figura 1.5. (A) (B) Textura geral da rocha. nicóis cruzados e nicóis paralelos e cruzados. (C) (D) cristais equigranulares de granada junto com plagioclásio. (E) (F) Nicóis paralelos e cruzados. Observa-se cristais inequigranulares de turmalina, cor verde oliva.

Quartzito JMR 11

Rocha de textura granol-epidoblástica e granoblástica, constituída principalmente por **quartzo (88%)**, **muscovita (9%)**, **microclínio (2%)**, **álcali-feldspato (1%)** e **titanita**. Apresenta-se moderadamente foliada, sendo essa trama do tipo espaçada, grossa, com aproximadamente 2% de domínio de clivagem, relação anastomosada entre os domínios de clivagem, e com transição discreta entre os domínios de micrólitos e de clivagem **Fig.1.7(A)(B)**.

Os cristais de **quartzo** configuram uma trama seriado-interlobada (seriates), com formas subédricas a anédricas e tamanhos médios a grossos $\leq 2\text{mm}$., com orientação preferencial moderada. Apresenta contatos curvos e retos com cristais de muscovita; e predominantemente lobados, denteados, curvos e retos entre si e com microclínio e álcali-feldspato. Observa-se forte extinção ondulante, subgrãos e geralmente novos grãos como feições de deformação.

Figura 1.6. (A) Nicóis paralelos (B) Nicóis cruzados. Microfotografias de textura porfidoblástica, e secundária textura, grano-lepidoblástica com presença de turmalina. (C) (D) Cristais subeudrais e anedrais de turmalinas. Observe-se na parte inferior esquerda cristal de epidoto.

Cristais de **muscovita** definem o domínio de clivagem da rocha, exibindo tamanhos finos até grossos (2 mm), em hábito lamelar, subédricas e com orientação preferencial moderada a forte. Apresenta extinção ondulante, e cristais aciculais interdigitados de biotita em conjunto aos minerais opacos. **Fig.1.7(C)**.

Microclínio e **álcali-feldspato** ocorrem em tamanhos médios de 300 μm , com formas anédricas, orientação preferencial fraca. e exibindo argilo minerais e inclusões de opacos. **Fig.1.7(D)(E)**. Os cristais de **titanita** são subedrais, com tamanhos máximos de 500 μm , associados geralmente a opacos, e estabelecendo relações de contatos curvas, retas e lobadas com quartzo e biotita. **Fig.1.7(F)**

Figura 1.7. (A) (B) Microfotografias de textura grano-lepidoblástica em nicóis paralelos e nicóis cruzados. (C) Textura grano lepidoblástica com feições de extinção ondulante em biotita e novos grãos nos contatos entre quartzo. (D) Relações de contatos entre feldspato e quartzo. (E) Relações de contatos entre microclínio, quartzo e biotita. (F) cristal de titanita com presença de turmalina (minerais escuros). (c)(d) Cristais subedrais e anedrais de turmalinas. Observe-se na parte inferior esquerda cristal de epidoto.

Quartzito JMR 9

Rocha de textura predominantemente granoblástica, com textura grano-lepidoblástica localizada, levemente foliada, constituída por **quartzo** (90%) e **muscovita** (10%) e acessoriamente titanita. A foliação caracteriza-se como espaçada, paralela, com 1% de domínio de clivagem e com transição discreta entre os domínios de micrólitos e clivagens.

Fig. 1.8 (A)(B)

Os cristais de quartzo são subédricos, com tamanhos que variam entre 80 µm e 2 mm (inequigranulares). Exibem contatos interlobados, denteados, retos, e curvos entre si. Com cristais de biotita estabelecem contatos retos e serrilhados, caracterizando uma textura granoblástica com leve tendência a grano-lepidoblástica. Estes cristais exibem inclusões de muscovita, forte extinção ondulante, novos grãos e predominantemente subgrãos como principais feições de deformação observadas.

Os cristais de muscovita apresentam formas euédricas a subédricas, em hábito lamelar e tabular, e tamanhos que variam desde 100 µm até 1.5 mm, com orientação preferencial moderada, onde os contatos dominantes entre si são de tipo reto e serrilhado. **Fig. 1.6 (A)(C).**

A titanita exhibe hábito granular, em tamanhos de 125µm, em formas subedricas, dentro de cristais lamelares de muscovita. **Fig. 1.8 (C)(D).** Localmente, apresenta feições de alteração caulínítica, **Fig. 1.8 (B).**

Biotita xisto JMR 10

Rocha composta essencialmente de **quartzo** (50%), **biotita** (30%), **muscovita**(10%), **plagioclásio** (10%), **álcali-feldspato** (5%), e acessoriamente **granada**, **apatita**, **epídoto** e minerais opacos, desenvolvendo predominantemente uma textura grano-lepidoblástica. Mostra-se fortemente foliada com uma foliação de caráter espaçado xistosa, com forma de domínios de clivagem regular e aproximadamente 40% de domínio de clivagem (descontinua), com relação espacial entre domínios de clivagem anastomosada, e transição gradacional entre micrólitos e clivagem. **Fig.1.9 (A)(B).**

Cristais de **quartzo** são inequigranulares, subédricos, com feições de deformação como extinção ondulante, subgrãos, ribbons e novos grãos. Possuem tamanhos variáveis (inequigranulares) com dimensões máximas de 500 µm na matriz. Apresentam contatos curvos, lobados, e denteados com plagioclásio e álcali-feldspato, e com biotita contatos geralmente retos e curvos.

A **biotita** ocorre em companhia de quartzo, plagioclásio e álcali-feldspato, desenvolve localmente uma textura **lepidoblástica** entre cristais da mesma espécie e **muscovita**. Exibe

cristais inequigranulares subedrais, que variam desde finos até grossos (1mm). Possuem hábitos lamelares e inclusões de apatita.

Figura 1.8. (A)(B) Microfotografias de textura grano-lepidoblástica em nicóis paralelos e nicóis cruzados. Observa-se a alteração caulinitica. (C)(D) Textura grano-lepidoblástica, microcristais de titanita.

Os cristais de **plagioclásio** são predominante equigranulares, subedrais, e com tamanhos que alcançam 500 µm. Exibem feições de fraturamento e geminações deformacionais. Feições de alteração são caracterizadas por grãos de aspecto sujo, suas relações de contatos com biotita variam de retas a ligeiramente denteadas. Os cristais de **álcali-feldspato** são **predominantemente** inequigranulares com tamanhos variando de 100 µm até 500 µm. Possuem formas anédricas. Apresentam moderada orientação preferencial, e contatos denteados e interlobados entre si com quartzo e com plagioclásio. Com biotita exibem contatos denteados. Exibem feições de fraturamento e feições de alteração para cristais de aspecto sujo, possivelmente argilominerais como caulinita. **Fig.1.9 (C)(D).**

A **muscovita** possui tamanhos desde 10 µm até 600 µm, com formas subédricas e anédricas e hábito acicular. Apresenta contatos retos e serrilhados entre si e principalmente com álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. Ocorre por vezes incluída no álcali-feldspato e/ou alterando-se para biotita. **Fig.1.9 (E)(F).**

Os minerais acessórios (**granada, apatita e minerais opacos**) juntos não ultrapassam 1% de composição da rocha. A **granada** encontra-se em paragêneses com biotita, exibindo

tamanho máximo de 500 µm e hábito granular eudral. Os microcristais de **apatita** estão disseminados principalmente nos agregados cristalinos da biotita, desenvolvendo zonações concêntricas. Os minerais **opacos** ocorrem em cristais de hábito granular euédrico geralmente associados a biotita.

Figura 1.9. (A)(B) Micrólitos (Ribbon) e clivagem dominante na rocha. Nicóis cruzados e nicóis paralelos. (C) (D) cristais de álcali-feldspato e plagioclásio. (E) (F) Textura lepidoblástica definida pela biotita e muscovita. Observe as zonações escuras efetuadas pela presença de apatita, além do cristal subedral de granada.

Arenito JMR-4 (Bacia de Iara)

Rocha classificada como Arenito Litico (Filarenito), com 61,4% de arcabouço, 35,6% de material intersticial, e 3% de porosidade. O arcabouço é composto principalmente por

quartzo (45.6%), feldspatos (21.6%), variedade de fragmentos líticos (32.9%), de tipo metamórfico quartzítico, vulcânico e ígneo, definindo uma granulacão grossa, cujos tamanhos médios dos grãos é aproximadamente de 0.5 mm. Apresenta selecção é má, fabrica matriz suportada, com grãos de plagioclasio e fragmentos líticos dominantemente angulares junto a clastos de quartzo esferoidais maiores a 0.250 mm. **Fig 1.10 (A)(B)**

O arcabouzo, encontra-se composta por grãos de quartzo monocristalino, fragmentos de quartzito, chert, volcânicos, fragmentos ígneos e sedimentares (chert). Predomina a ortoclase, plagioclasio e em menor proporção microclino. Este minerais encontra-se em diferentes grãos de alteração sericitica e caolinitica. **Fig 1.10 (C)(D)**

A matriz apresenta fragmentos finos de quartzo, chert, feldspatos, líticos, opacos e predominantemente matriz caolinitica e sericitica, junto a matriz ferruginosa, opacos finos e setores silicificados.

Figura 1.10 (A) (B) Microfotografias em nicóis paralelos e nicóis cruzados. Os cores marrom corresponde principalmente a matriz sericitica, caolinitica, junto a fragmentos de feldspatos alterado. Apresenta-se clastos de quartzo redondados. **(C) (D)** Tipos de clastos. Fm: fragmento metamórfico de tipo quartzítico. Fv: fragmento vulcânico, Microclino alterado, fragmentos de chert.

Arenito JMR-5 (Bacia de Barro)

Rocha classificada como Arenito Arcosiano, composta essencialmente de quartzo (72%), feldspato (28%), e fragmentos líticos (0.3%) de granulacão media, com tamanos médios dos clastos de 0.25 mm, relação suportada entre clastos, boa selecção, baixa esfericidade com

grãos subangulares a subarredondados. Possui 58 % de arcabouço, 22.9% de material intersticial, e 7.3% de porosidade. **Fig 1.11 (A)(B)**

O arcabouço encontra-se composta predominantemente por fragmentos de quartzitos, quartzo monocristalino com extinção ondulante. Apresenta-se pouco plagioclásio, mas clastos de Feldspatos são predominantemente de ortoclásio e microclino, exibindo moderada alteração de tipo sericitica, total e parcialmente no grão. Entre os fragmentos líticos apresentase esporadica turmalina cor marrão fortemente pleocroica, além de presença de fragmentos micáceos. **Fig 1.11 (C)(D)**

A matriz é conformada por fragmentos finos de ortoclásio e microclino, com forte alteração sericitica. Esta alteração é acompanhada de setores com matriz ferruginosa e opacos de tamanho fino.

Figura 1.11 (A)(B) Microfotografias em nicóis paralelos e nicóis cruzados. Observa-se grãos de turmalina marrão pleocroica. **(C) (D)** Tipos de clastos. Ort: ortoclase, Micro; microclino. Plg= Plagioclásio. Fragmento metamórficos, de tipo quartzítico.