



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEODINÂMICA E GEOFÍSICA

TESE DE DOUTORADO

***Evolução Geodinâmica e Condicionamento Estrutural
dos Terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, Domínio
da Zona Transversal, NE do Brasil.***

Autor:

Vladimir Cruz de Medeiros

Tese nº 09/PPGG

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Emanuel Ferraz Jardim de Sá – PPGG/UFRN

CO-ORIENTADORES

Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro – PPGG/UFRN

Prof. Dr. Fernando César Alves da Silva – PPGG/UFRN

Natal - RN, Setembro de 2004



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEODINÂMICA E GEOFÍSICA

TESE DE DOUTORADO

Evolução Geodinâmica e Condicionamento Estrutural dos Terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, Domínio da Zona Transversal, NE do Brasil.

Autor:

Vladimir Cruz de Medeiros

*Tese de doutorado apresentada em 30
de Setembro de 2004, para obtenção do
título de Doutor em Geodinâmica pelo
Programa de Pós-Graduação em
Geodinâmica e Geofísica da UFRN.*

Comissão Examinadora:

PROF. Dr. Emanuel Ferraz Jardim de Sá (DG-PPGG-UFRN-Orientador)
PROF. Dr. Venerando Eustáquio Amaro (DG-PPGG-UFRN-Co-Orientador)
PROF. Dr. Walter Eugênio de Medeiros (DFTE-PPGG-UFRN)
PROF. Dr. Elton Luiz Dantas (DG-UnB)
Dr. Edilton José dos Santos (CPRM-Serviço Geológico do Brasil)

Natal - RN, Setembro de 2004.

- DEDICATÓRIA -

Aos familiares

Marília O. Cruz (*in memorian*).
Silvino S. Medeiros (*in memorian*).
Maria E. Medeiros (*in memorian*).

Francisco das Chagas.
Maria das Graças Souza.

- AGRADECIMENTOS -

A iniciativa de realizar e o desenvolvimento do presente trabalho contou com a colaboração e incentivo de várias pessoas e instituições, as quais queremos registrar os nossos agradecimentos.

Dentre as instituições é relevante ressaltar o apoio financeiro/logístico concedido pela CPRM-Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (O Serviço Geológico do Brasil), UFRN/PPGG-Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica e pelo CNPq-Conselho Nacional de Pesquisas.

Em especial ao Prof. Dr. Emanuel F. Jardim de Sá pelo encorajamento e apoio nesta etapa árdua e, ao mesmo tempo, gratificante da pesquisa geológica.

Ao corpo gerencial (Adeilson Wanderley, Marcelo Bezerra e José Wilson Temóteo) e técnico (Edilton Santos, Helton Torres, Roberto Gusmão, Luis Angelim, Roberto Batista, Veiga Junior, e Francisco Valdir) da CPRM, externamos os nossos agradecimentos pelos apoios, incentivos, discussões e esclarecimentos decorridos no desenvolver deste trabalho.

No âmbito do PPGG, gostaríamos de traçar nossos agradecimentos aos professores que colaboraram (em diversos momentos) para o desenvolver da presente pesquisa, tais como: Antônio Galindo, Fernando César, Fernando Lins, Jaziel Sá, Venerando Amaro, Walter Medeiros e Zorano Souza.

Aos nossos companheiros e amigos de campanhas de campo, Wellington Mafra, a turma de Campo III (ano de 2001), Almir Freire e José Barbalho (Colombo) pelo apoio e vantajosas discursões técnicas, bem como ao pessoal de apoio laboratorial da CPRM (Gener Mário e Saulo Pires), agradeçemos a colaboração.

Em caráter especial gostaríamos de ressaltar a amizade e o companheirismo demonstrado pelo casal amigo (compadres e geólogos) Marcos Nascimento & Débora Sousa), bem como pelo fruto das várias discussões técnicas/logísticas realizadas com os mesmos e seus familiares.

Outros amigos da comunidade geológica (potiguar) não podem ser esquecidos, tais como: Alberto & Claudia Sales, Alex Antunes, Armando Araújo, Camila Almeida, Liliane Rabelo, Marcelo Chaves, Maria da Guia, Nilda Lima, Patrícia Rose, Werner & Patrícia Farkat.

Não obstante da frase final, demando todos os meus agradecimentos e louvores à Zuleide Lima e Marília Medeiros (esposa e filha), pelo incentivo demonstrado durante toda a nossa convivência. A elas, meu muito obrigado.

- RESUMO -

A presente tese procurou avançar no conhecimento geológico da região que abrange os terrenos Piancó-Alto Brígida (**TPAB**) e Alto Pajeú (**TAP**), no Domínio da Zona Transversal (Província Borborema, NE do Brasil), com o intuito principal de compreender a evolução geodinâmica e o condicionamento estrutural destas unidades.

Para atingir este objetivo, além do trabalho de campo e da interpretação de fotografias aéreas tradicionais, foram utilizados outros produtos de sensoriamento remoto (imagens Landsat 7 ETM+, aeroradiométricas, aeromagnéticas e topográficas), análises litogeoquímicas (rocha total) e datações geocronológicas (U-Pb em zircão), além da integração com dados da literatura.

Na região afloram várias unidades geológicas precambrianas, representadas no **TAP** pelos complexos paleoproterozóicos de Serra Talhada e Afogados da Ingazeira, Complexo Riacho Gravatá (seqüência metavulcanossedimentar de idade Esteniana-Toniana) e ortognaisses Cariris Velhos (Tonianos). No **TPAB** ocorrem as formações Santana do Garrote (unidade inferior) e Serra do Olho d'Água (unidade superior) do Grupo Cachoeirinha (Neoproterozóico III), além dos ortognaisses de Piancó e paragnaisses de Bom Jesus, estes dois últimos podendo constituir um bloco mais antigo (embasamento ?) e um equivalente de alto grau do Grupo Cachoeirinha (ou Grupo Seridó ?), respectivamente. Em ambos os terrenos ainda ocorrem vários corpos de granitóides brasileiros.

Os dados aeromagnéticos permitiram estimar a continuidade, em profundidade, das principais zonas de cisalhamento cartografadas na região. As zonas de cisalhamento de Patos, Pernambuco, Boqueirão dos Cochos, Serra do Caboclo, Afogados da Ingazeira/Jabitacá e Congo-Cruzeiro do Nordeste atingem profundidades superiores a 6-16 km. A assinatura aeromagnética de outras zonas de cisalhamento, tais como a de Juru, sugere que tais estruturas correspondem a feições crustais mais rasas. As imagens de satélite (Landsat 7 ETM+) e aerogamaespectrométricas permitiram individualizar unidades geológicas distintas, bem como esboçar a trama estrutural da região.

A Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo foi caracterizada como o limite/sutura entre o **TPAB** e **TAP**, tendo em vista ser uma estrutura marcante/penetrativa que

separa unidades geológicas contrastantes, como o Grupo Cachoeirinha (Neoproterozóico III) no **TPAB** e o Complexo Riacho Gravatá (Esteniano-Toniano) e as metaplutônicas Cariris Velhos, do **TAP**. Embora mais jovem, o Grupo Cachoeirinha não exibe contatos em não conformidade sobre o Complexo Riacho Gravatá ou ortognaisses Cariris Velhos, indicando que aquelas unidades estavam distanciadas quando da sua deposição.

Com relação ao evento Cariris Velhos (ca. 1,0 Ga), a presença do mesmo é indicada pelas metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá, *augen* gnaisses e ortognaisses intrusivos, todos com afinidade geoquímica de contextos de arco ou colisional. Todavia, o registro estrutural associado a este evento não foi identificado, o que foi interpretado em função de sua obliteração (constituíam estruturas de baixo grau/baixo *strain*) pelos eventos subseqüentes.

O primeiro evento tectônico (D_1) observado nos litotipos de idade Cariris Velhos apresenta cinemática contracional com transporte para NW. Uma datação do Neoproterozóico III, obtida em granitóide tardi- D_1 , permite atribuir uma idade do início do brasileiro para este evento deformacional.

O segundo evento (D_2) caracterizado na região corresponde à tectônica transcorrente Brasileira, a qual é materializada por marcantes zonas de cisalhamento e corpos graníticos associados.

Os dados geocronológicos obtidos (U-Pb em zircão) confirmaram a presença do magmatismo Cariris Velhos no âmbito do **TAP**, bem como a idade Neoproterozóica III para o Grupo Cachoeirinha (**TPAB**) e para o evento tectônico D_1 .

O **TAP** (Complexo Riacho Gravatá, *augen* gnaisses e ortognaisses) deve constituir um arco continental (provavelmente acrescido a um microcontinente) formado durante o evento Cariris Velhos (Esteniano-Toniano). Este terreno colidiu com o **TPAB** no início da orogênese brasileira (deformação tangencial D_1), sendo ambos os blocos afetados por retrabalhamento/cisalhamentos transcorrentes (evento D_2) até o final do Ciclo Brasileiro.

- *ABSTRACT* -

This thesis aims to advance in the geological knowledge of the region comprising the Piancó-Alto Brígida (**TPAB**) and Alto Pajeú (**TAP**) terranes, in the Transversal Zone Domain (Borborema Province, NE Brazil), with the main objective of understanding the geodynamic evolution and the structural framework of these units.

To reach this objective, and besides field work and interpretation of traditional aerial photographs, other tools were employed like of remote sensing products (Landsat 7 ETM+, aeroradiometrics, aeromagnetism and topographical images), lithogeochemical (whole rock) analyses and geochronological dating (U-Pb in zircon), besides integration with literature data.

In the area, several precambrian geological units outcrop, represented in the **TAP** by the paleoproterozoic Serra Talhada and Afogados da Ingazeira complexes, Riacho Gravatá Complex (metavolcano-sedimentary sequence of Stenian-Tonian age) and Cariris Velhos orthogneisses (of Tonian age). The **TPAB** comprises the Santana do Garrote (lower unit) and Serra do Olho d'Água (upper unit) formations of the Cachoeirinha Group (Neoproterozoic III), besides the Piancó orthogneisses and Bom Jesus paragneisses; the latter correspond to an older (basement ?) block and a possible high grade equivalent of the Cachoeirinha Group (or Seridó Group ?), respectively. Several Brasiliano-age plutons occur in both terranes.

The aeromagnetic data show the continuity, at depth, of the main shear zones mapped in the region. The Patos, Pernambuco, Boqueirão dos Cochos, Serra do Caboclo, Afogados da Ingazeira/Jabitacá and Congo-Cruzeiro do Nordeste shear zones reach depths greater than to 6-16 km. The aeromagnetic signature of other shear zones, like the Juru one, suggests that these structures correspond to shallower crustal features. The satellite images (Landsat 7 ETM+) and aeromagnetic images discriminate different geological units, contributing to the mapping of the structural framework of the region.

The Serra do Caboclo Shear Zone was characterized as the boundary/suture between the **TPAB** and **TAP**. This structure is an outstanding, pervasive feature that separates contrasting geological units, such as the Neoproterozoic III Cachoeirinha Group in the **TPAB** and the Riacho Gravatá Complex and the Cariris Velhos

metaplutonics, of Stenian-Tonian age, in the **TAP**. Occupying different blocks, these units are not found in autochthonous relations, like unconformities and intrusive contacts.

Concerning the Cariris Velhos (ca. 1,0 Ga old) event is recorded by radiometric ages of the Riacho Gravatá Complex metavolcanics and intrusive augen and orthogneisses, all of them displaying geochemical affinities of arc or collisional settings. A structural signature of this event was not recorded in the region, possibly due to its low grade/low strain style, obliterated by the overprinting of younger, higher grade/high strain Brasiliano-age fabrics.

The first tectonic event (D_1) observed in the Cariris Velhos lithotypes presents contractional kinematics with transport to the NW. Neoproterozoic III geochronologic dates, obtained in late- D_1 granitoids, imply a Brasiliano age (ca. 610-600 Ma) for this deformation event.

The second tectonic event (D_2) characterized in the region corresponds to the Brasiliano transcurrent kinematics of the outstanding shear zones and associated granitoid plutons.

The geochronological (U-Pb in zircon) data obtained during this thesis also confirms the occurrence of the Cariris Velhos magmatic suite in the **TAP**, as well as the Neoproterozoic III age to the Cachoeirinha Group in the **TPAB**.

The **TAP** (Riacho Gravatá Complex, augen and orthogneisses) is interpreted as a continental arc possibly accreted to a microcontinent during the Cariris Velhos (Stenian-Tonian) event. Later on, this terrane collided with the **TPAB** at the beginning of the Brasiliano orogeny (D_1 contractional deformation), and both domains were reworked by the transcurrent shear deformation of the D_2 event.

- SUMÁRIO -

RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE FOTOS (PRANCHAS)	16
LISTA DE TABELAS.....	20
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	21
1.1) Apresentação e Localização da Área.....	21
1.2) Justificativa e Objetivos.....	22
1.3) Materiais e Métodos.....	23
CAPÍTULO II - ARCABOUÇO GEOTECTÔNICO DA PROVÍNCIA BORBOREMA E O MODELO DE TERRENOS ALÓCTONES.....	26
2.1) O Arcabouço Geotectônico da Província Borborema.....	26
2.2) O Conceito de Terrenos Alóctones.....	30
2.3) Propostas de Aplicação do Modelo de Terrenos na Província Borborema.....	34
2.3.1) Davison (1987)	34
2.3.2) Jardim de Sá et al. (1992) e Jardim de Sá (1994).....	36
2.3.3) Santos (1995, 1996, 1999, 2000) e Santos et al. (1997, 1999).....	38
2.3.4) Jardim de Sá et al. (1997) e Campelo (1999).....	40
2.4) Os Terrenos do Domínio da Zona Transversal.....	42
2.5) Os Terrenos Piancó-Alto Brígida (TPAB) e Alto Pajeú (TAP) no Âmbito da Zona Transversal: A Proposta de Estudo e Trabalhos Prévios.....	44
2.5.1) Problemática, Objetivos e Alvos de Estudo.....	44
2.5.2) Unidades Estratigráficas e Arcabouço Tectônico.....	47
2.5.3) Dados Geocronológicos/Isotópicos.....	50
CAPÍTULO III - OS TERRENOS PIANCÓ-ALTO BRÍGIDA (TPAB) E ALTO PAJEÚ (TAP).....	54
3.1) Introdução e Contextualização Geológica/Tectono-Estratigráfica.....	54
3.1.1) Nomenclatura Adotada para as Unidades Estratigráficas Precambrianas.....	55
3.2) Unidades Estratigráficas do TPAB.....	56

3.2.1) Ortognaisses de Piancó.....	58
3.2.2) Grupo Cachoeirinha - Formação Santana dos Garrotes.....	60
3.2.3) Grupo Cachoeirinha – Formação Serra do Olho d’Água.....	65
3.2.4) Paragnaisses de Bom Jesus.....	69
3.2.5) Granitóides Neoproterozóicos (Neoproterozóico III).....	69
3.3) Unidades Estratigráficas TAP.....	72
3.3.1) Complexos Serra Talhada e Afogados da Ingazeira.....	74
3.3.2) Complexo Riacho Gravatá.....	78
3.3.3) Metaplutônicas Cariris Velhos.....	89
3.3.4) Plutonismo Neoproterozóico (Brasiliano)	91
3.4) Eventos Deformacionais.....	95
3.4.1) Evento Deformacional D ₁	95
3.4.2) Evento Deformacional D ₂	97
 <i>CAPÍTULO IV - CARTOGRAFIA GEOLÓGICA E ARQUITETURA CRUSTAL DA REGIÃO ESTUDADA: CONTRIBUIÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO (IMAGENS LANDSAT 7 ETM+, AEROGAMAESPECTROMÉTRICAS E AEROMAGNÉTICAS).....</i>	 <i>117</i>
4.1) Introdução: Características dos Dados (Satélite e Aerotransportados)	117
4.2) Processamento de Imagens de Satélite.....	119
4.2.1) Processamento de Imagens de Satélite para Estudos em Escalas de Semi-detalhe a Regional.....	119
4.2.2) Processamento de Imagens de Satélite para Estudos/Integrações Regionais.....	121
4.3) Processamento de Dados Aerogamaespectrométricos.....	124
4.4) Processamento de Dados Aeromagnéticos.....	124
4.5) Resultados Obtidos.....	129
4.5.1) Imagens Landsat e Aerogamaespectrométricas.....	129
4.5.2) Imagens Aeromagnéticas.....	137
 <i>CAPÍTULO V - GEOCRONOLOGIA (U-Pb EM ZIRCÃO).....</i>	 <i>143</i>
5.1) Introdução.....	143
5.2) Aspectos Metodológicos.....	144
5.3) Resultados Geocronológicos.....	145
5.3.1) <i>Augen</i> Gnaisse a Sul de Macacos (PB).....	145
5.3.2) Ortognaisse Granítico a Norte/Nordeste de Macacos (PB).....	145
5.3.3) Metariolitos da Formação Santana dos Garrotes (Grupo Cachoeirinha).....	149
5.3.4) Granitóides Brasileiros.....	154
5.4) Interpretação Geológica das Idades Obtidas.....	158
 <i>CAPÍTULO VI – EVENTOS E MODELOS GEODINÂMICOS.....</i>	 <i>160</i>
6.1) Introdução.....	160
6.2) Eventos Tectônicos.....	163

6.2.1) O Evento D ₂ : A Deformação Transcorrente Brasileira.....	163
6.2.2) O Evento D ₁ : A Deformação Tangencial Brasileira	164
6.2.3) O Evento Cariris Velhos.....	165
6.3) O Limite TPAB vs. TAP e Outros.....	166
6.4) Modelos Geodinâmicos.....	169
6.4.1) Terreno Alto Pajeú:: <i>Complexo Riacho Gravatá e Ortognaisses Cariris Velhos</i>	169
6.4.2) Terreno Piancó-Alto Brígida: <i>Grupo Cachoeirinha e Granitóides Brasileiros</i>	172
6.4.3 - O Modelo Proposto.....	173
<i>CAPÍTULO VII – CONCLUSÕES</i>.....	178
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>.....	181
<i>APÊNDICES E ANEXOS</i>.....	192
Apêndice 1a: Tabela das análises químicas (% em peso) dos elementos maiores (rocha total), obtidos nos diversos litotipos estudados.....	193
Apêndice 1b: Tabela das análises químicas (ppm) de elementos traços (rocha total), obtidos nos diversos litotipos estudados.....	194
Apêndice 2: Listagem e coordenadas dos afloramentos visitados.....	195
Anexo 1: Mapa Geológico	

- LISTA DE FIGURAS -

Figura 1.1 - Mapa de localização geográfica do projeto. (A) região abordada com levantamentos de campo; (B) região abordada através de processamento de imagens Landsat 7 ETM+, aeromagnéticas e aerogamaespectrométricas.....	22
Figura 2.1 - Compartimentação do território brasileiro (regiões, sistemas, faixas de dobramentos e crátons) segundo Schobbenhaus <i>et al.</i> (1984). A Província Borborema de Almeida <i>et al.</i> (1977, 1981) compreende a Região de Dobramentos Nordeste e a Faixa Sergipana (áreas 1 e 2 na figura).....	27
Figura 2.2a - Faixas dobradas e maciços na Província Borborema, segundo Almeida <i>et al.</i> (1976).....	28
Figura 2.2b - Domínios estruturais da Província Borborema/Região de Dobramentos Nordeste, propostos por Santos <i>et al.</i> (1984).....	28
Figura 2.3 - Regiões da Província Borborema com evolução monocíclica ou policíclica, e delimitação em subprovíncias ou domínios estruturais, segundo Jardim de Sá <i>et al.</i> (1988), Caby <i>et al.</i> (1991) e outros, representado em Jardim de Sá (1994).....	29
Figura 2.4 - Principais terrenos da margem ocidental da América do Norte, acrescentados à margem continental nos últimos 200 Ma, segundo Jones <i>et al.</i> (1982).....	31
Figura 2.5 - Mapa dos terrenos em torno da Placa do Pacífico na concepção de Howell e colaboradores (ver Howell 1985).....	32
Figura 2.6 - Indicação de duas prováveis regiões de origem do Terreno Wrangellia (Montanhas Wrangell e Ilha Vancouver), com base em dados paleomagnéticos, segundo Jones <i>et al.</i> (1982).....	33
Figura 2.7 – Esboço tectônico da Faixa Sergipana, formada pela acresção de quatro terrenos, conforme proposta de Davison (1987).....	35
Figura 2.8 - Esboço geológico/tectônico da Província Borborema, segundo Jardim de Sá <i>et al.</i> (1992) e Jardim de Sá (1994).....	37
Figura 2.9 - Compartimentação da Província Borborema em domínios e terrenos tectono-estratigráficos, segundo Santos (1999 e 2000).....	39
Figura 2.10 - Proposta de divisão da porção setentrional da Província Borborema (norte do Lineamento Patos) em terrenos tectono-estratigráficos, segundo Jardim de Sá <i>et al.</i> (1997) e Campelo (1999), baseada em dados gravimétricos e geológicos.....	41
Figura 2.11 - Mapa esquemático dos terrenos e super-suites/suites da Zona Transversal, Nordeste do Brasil, segundo Santos & Medeiros (1999).....	43
Figura 2.12 - Esboço geológico do Domínio da Zona Transversal, adaptado de Ferreira & Santos (2000), Gomes <i>et al.</i> (2000), Medeiros (2000), Gomes <i>et al.</i> (2001) e Santos <i>et al.</i> (2002).....	46
Figura 2.13 – Mapa geológico simplificado da Faixa Piancó-Alto Brígida na área de Serra Talhada-Piancó-Itaporanga, segundo Bittar (1998).....	48
Figura 3.1 - Localização geológica do Domínio da Zona Transversal no contexto da Província Borborema.....	54
Figura 3.2 - Esboço geológico da região estudada (região limítrofe entre o TPAB e o	

TAP)	57
Figura 3.3 - Esboço geológico da região estudada, ressaltando as unidades geológicas do TPAB	61
Figura 3.4 - Diagrama (SiO_2 vs. $\text{NaO}+\text{K}_2\text{O}$,) para nomenclatura das metavulcânicas/subvulcânicas do Grupo Cachoeirinha, segundo diagrama proposto por Le Maitre (1989).....	63
Figura 3.5 - Assinatura geoquímica das metavulcânicas/subvulcânicas do Grupo Cachoeirinha, utilizando diagramas de classificação química propostos por: A) Le Maitre (1989); B) Maniar & Piccoli (1989); C e D) Irvine & Baragar (1971); E) Pearce et al. (1984); F) Thiéblemont & Tégey (1984); G) Thiéblemont & Cabanis (1990).....	64
Figura 3.6 - Esboço geológico da região estudada, ressaltando as unidades geológicas do TAP	75
Figura 3.7 - Assinatura geoquímica das metamáficas/metabasaltos do Complexo Serra Talhada, utilizando diagramas de classificação química propostos por: A e B) Le Maitre (1989); C e D) Irvine & Baragar (1971); E) Pearce & Norry (1979); F) Mullen (1983).....	77
Figura 3.8 - Mapa geológico da região de Cachoeira de Minas-PB, modificado de Mafra (2000).....	81
Figura 3.9 - Diagrama (SiO_2 vs. $\text{NaO}+\text{K}_2\text{O}$,) para nomenclatura das metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá, segundo diagrama proposto por Le Maitre (1989).....	82
Figura 3.10 - Diagramas de SiO_2 vs. elementos maiores ou menores (Harker) das metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá.....	85
Figura 3.11 - Assinatura geoquímica das metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá, utilizando diagramas de classificação química propostos por: A) Le Maitre (1989); B) Maniar & Piccoli (1989) C e D) Irvine & Baragar (1971).....	86
Figura 3.12 - Assinatura geoquímica de <i>augen</i> gnaisses/ortognaisses Cariris Velhos e granitóides Brasileiros, utilizando diagramas de classificação química propostos por: A) Le Maitre (1989); B) Maniar & Piccoli (1989); C e D) Irvine & Baragar (1971); E) Pearce et al. (1984); F) Thiéblemont & Tégey (1984); G) Thiéblemont & Cabanis (1990).....	92
Figura 3.13 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_1 e da lineação L_1^X associadas com a tectônica contracional para noroeste-oeste (D_1).....	96
Figura 3.14 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_2 e da lineação L_2^X associadas com a Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo.....	108
Figura 3.15 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_2 e da lineação L_2^X , em litotipos do Grupo Cachoeirinha e do Complexo Riacho Gravatá afetados pela Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo. Ressalta-se o basculamento do acamamento S_0 (quadrados/pontos em vermelho) dos metaconglomerados da Formação Serra do Olho d'Água, em virtude da superposição do referido cisalhamento (evento D_2).....	111
Figura 3.16 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_2 e da lineação L_2^X associadas com a Zona de Cisalhamento Afogados da Ingazeira, na região do presente estudo (setor desta estrutura a norte-nordeste da cidade homônima).	112
Figura 3.17 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_2 e da lineação L_2^X associadas com o Lineamento Patos.....	116
Figura 3.18 - Principais estruturas (zonas de cisalhamento) e cinemática dos eventos deformacionais observados na região (D_1 e D_2). Ver Anexo 1 para maiores detalhes.....	116
Figura 4.1 – Fluxograma da metodologia utilizada no processamento digital das imagens Landsat 7 ETM+, com o intuito de realçar as unidades geológicas em escala de semi-	

detalhe a regional.....	120
Figura 4.2 - Imagem Landsat ETM+ em combinação RGB531, com realce de contraste do tipo equalize aplicado as três bandas.....	122
Figura 4.3 - Imagem Landsat ETM+, com aplicação do filtro Prewitt (1970) na banda 5, onde são ressaltados os lineamentos com direção NE-SW e E-W, dentre outros, os quais são analisados no item 4.5.....	122
Figura 4.4a - Exemplo de mosaico (banda 5) gerado a partir das seis cenas originais.....	123
Figura 4.4b - Exemplo de mosaico (banda 5) gerado a partir das seis cenas originais, calibradas/processadas com o intuito de amenizar as diferenças espectrais entre as cenas.....	123
Figura 4.5 - Cenas/bandas Landsat 7 ETM+ (calibradas, mosaicadas e selecionadas) utilizadas no processamento digital, com o intuito de interpretação regional da Zona Transversal. Realce de contraste do tipo equalize.....	125
Figura 4.6 - Combinações RGB de cenas calibradas, mosaicadas e recortadas para enfoque regional, com realce de contraste do tipo equalize ou gaussiano, aplicado às bandas.....	126
Figura 4.7 - Exemplos de imagens aerogamaespectrométricas geradas da porção central da Zona Transversal. (a) Canal do U; (b) Canal do Th; (c) Canal do K; (d) Imagem ternária K-Th-U.....	127
Figura 4.8 - Fluxograma da metodologia utilizada no processamento digital das imagens aeromagnéticas do Projeto Cariris Velhos (porção central da Zona Transversal).....	128
Figura 4.9 - Imagens aeromagnéticas e espectro de potencia da porção central da Zona Transversal. (a) Mapa de campo total; (b) Mapa do sinal analítico; (c) Espectro de potência.	130
Figura 4.10 - Imagens aeromagnéticas da porção central da Zona Transversal. (a) topos das anomalias inferiores a 2 km de profundidade; (b) topos das anomalias entre 2 a 6 km de profundidade; (c) topos das anomalias entre 6 a 16 km.....	131
Figura 4.11 - Imagens Landsat RGB531 (realce de contraste do tipo equalize aplicado às três bandas) e correspondentes interpretações de unidades de paisagem/geológicas e lineamentos, da região entre Serra Talhada-PE e Catingueira-PB.....	132
Figura 4.12 - Imagens aerogamaespectrométricas. (a) canal do K; (b) mapa ternário K-Th-U; (c) mapa de unidades aerogamaespectrométricas-UG interpretadas; (d) características das UG's.....	134
Figura 4.13 - Mapas de lineamentos e granitóides neoproterozóicos. (a) porção central e oeste da zona transversal (modificado de Medeiros 1995); (b) exemplo da porção centro-norte da região estudada.	136
Figura 4.14 - Mapa geológico simplificado da região entre Serra Talhada-PE e Catingueira-PB (ver detalhes no Anexo 1), elaborado a partir do processamento digital de imagens (Landsat 7 ETM+ e aerogamaespectrometria) e dados de campo.....	138
Figura 4.15 - Imagem aerogamaespectrométrica (a) para correlação em superfície com imagens aeromagnéticas (b, c e d) e respectivos lineamentos magnéticos associados a zonas de cisalhamento (linhas tracejadas de cor branca). (b) topos das anomalias inferiores a 2 km de profundidade; (c) topos das anomalias entre 2 a 6 km de profundidade; (d) topos das anomalias entre 6 a 16 km.....	140
Figura 4.16 – Arranjo das Imagens aerogeofísicas (gamaespectrométrica e magnéticas) apresentadas na Figura 4.15 para realce, em profundidade, dos lineamentos aerogeofísicos (cisalhamentos) observados.....	142

Figura 5.1 ^a – Diagrama U-Pb com quatro (04) frações analisadas (E7, E10, 16 e 17) do <i>augen</i> gnaiss a sul de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra W-101F).....	147
Figura 5.1b – Diagrama concórdia U-Pb com três (03) frações analisadas (E7, E10 e 16) do do <i>augen</i> gnaiss a sul de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra W-101F).....	147
Figura 5.2 ^a – Diagrama U-Pb com todas as frações analisadas do metagranito a norte/nordeste de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra PC-248).....	148
Figura 5.2b – Diagrama concórdia U-Pb com três (03) frações analisadas (E7, E8 e E9) do metagranito a norte/nordeste de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra PC-248).....	148
Figura 5.3 ^a – Diagrama U-Pb com três frações analisadas (D3, D5 e E1) do metariolito a noroeste de Olho d'Água-PB (amostra PC-313).....	151
Figura 5.3b – Detalhe/zoom da Figura 5.3 ^a ressaltando o posicionamento da fração D5, concordante com a curva teórica de decaimento isotópico Pb^{207}/Pb^{206}	151
Figura 5.4 ^a – Diagrama U-Pb do metariolito de Urtiga, sudoeste de Cacimba de Areia-PB (amostra PC-417).	153
Figura 5.4b – Diagrama U-Pb do metariolito de Urtiga, sudoeste de Cacimba de Areia-PB (amostra PC-417) utilizando as frações S, T e E8.	153
Figura 5.5 ^a – Diagrama U-Pb com todas as frações analisadas do granodiorito foliado a sul de Curral Velho-PB (amostra PC-142).....	156
Figura 5.5b – Diagrama U-Pb do granodiorito foliado a sul de Curral Velho-PB (amostra PC-142). Regressão em azul utilizando as frações B, C, E e 6; regressão em preto utilizando as frações B, C e E.....	156
Figura 5.6 ^a – Diagrama U-Pb com três frações analisadas (D1, D3 e D4) do granodiorito foliado a norte de Santa Rita-PE (amostra PC-259).....	157
Figura 5.6b – Diagrama U-Pb com duas frações analisadas (D3 e D4, concordantes com a curva teórica de decaimento isotópico Pb^{207}/Pb^{206}) do granodiorito foliado a norte de Santa Rita-PE (amostra PC-259).....	157
Figura 6.1 – Modelo de colisão em regime oblíquo (transpurrão dextral) entre o TAP e o TPAB (ver discussões no texto).....	168
Figura 6.2 – Modelos de evolução geodinâmica para as unidades do TAP e o evento Cariris Velhos. Ver discussões no texto. A) rifte (ou distensão tardi-orogênica); b) arco oceânico; c) arco continental; d) colisão de arco continental com microcontinente (modelo admitido no presente trabalho). Manto em branco.....	171
Figura 6.3 – Modelos de evolução geodinâmica para a região abordada. (a) O plutonismo calcioalcalino tipo Conceição é assumido como originado em processo de subducção; o Grupo Cachoeirinha seria deformado com transporte para SE e o TAP já estaria acrescido ao TAM num evento penecontemporâneo. (b) A zona de subducção a NW estaria, hipoteticamente, associada com a colagem do TPAB com a Faixa Seridó (colisão oblíqua ?), formando a \square uíte calcioalcalina do tipo conceição (modelo preferido no presente trabalho). Ver discussões no texto.....	174
Figura 6.4 – Perfis geológicos esquemáticos ilustrando o modelo de evolução estrutural brasileira proposto para a região estudada, segundo evento colisional D_1 (a) e transcorrênte D_2 (b).....	176

- LISTA DE FOTOS (PRANCHAS) -

Prancha 3.1 - Fotografias de campo ressaltando as feições/aspectos de afloramento (PC-311) dos ortognaisses migmatíticos de Piancó-PB.....	59
Prancha 3.2 - Fotografias de campo ressaltando as feições/aspectos de afloramento da Formação Santana dos Garrotes. A) Acamamento (S_0) dos metaturbiditos no afloramento PC-39; B) metaturbiditos do afloramento PC-174, apresentando estratificação gradacional ascendente (indicando topo normal para sul); C) metapelitos (MP) do afloramento PC-417, com níveis/soleiras de metavulcânicas félsicas/riolíticas (MR).....	62
Prancha 3.3 - Feições de campo dos metaconglomerados da Formação Serra do Olho d'Água, observadas nos afloramentos PC- 278 (A), PC-30 (B), PC-277 (C) e PC-276 (D), ressaltando o acamamento S_0 (fotografia A) e seixos e/ou matacões de composições variadas: quartzo (Qz), filitos (FI), metarenitos (MA), metavulcânicas máficas (VM), metavulcânicas ácidas (VA) e <i>augen</i> gnaisse (AG).....	67
Prancha 3.4 - Fotografias da Formação Serra do Olho d'Água no afloramento PC-149 (3 km a NE de Água Branca-PB), apresentando uma metasubvulcânica félsica (MV) subconcordante com os metaconglomerados (MC) da unidade (A). B) Detalhe do contato entre a metasubvulcânica e o metaconglomerado, este último contendo um seixos de quartzo (Qz).....	68
Prancha 3.5 - Fotografias de campo (PC-309) ressaltando as feições de afloramento dos paragnaisses migmatíticos de Bom Jesus. A) Visão geral do afloramento; B) detalhe da fotografia anterior.....	70
Prancha 3.6 - Fotografias de granitóides tardi-brasilianos do TPAB . A) Granodiorito calcioalcalino tipo Conceição; B) granito porfirítico tipo Itaporanga, com fenocristais de K-feldspato atingindo 10 cm; C) visão geral do sienogranito de Catingueira-PB.....	71
Prancha 3.7 - Fotografias mostrando os aspectos de campo/afloramento de um biotita granodiorito foliado do neoproterozóico III do TPAB . A) Pedreira a sul de Curral Velho-PB (PC-142); B) região de contato do granodiorito da foto A, concordante com o <i>fabric</i> das supracrustais da Formação Santana dos Garrotes (PC-143).....	73
Prancha 3.8 - Fotografias ressaltando os aspectos de campo dos ortognaisses e gnaisses bandados do Complexo Serra Talhada (NW de Serra Talhada-PE). A) Ortognaisse granítico fino a médio, dobrado, com injeções/mobilizados graníticos (GR) e quartzo (Qz) no afloramento PC-125; B e C) gnaisses bandados no afloramento PC-109.	76
Prancha 3.9 - Aspectos de campo dos metassedimentos do Complexo Riacho Gravatá. A) Metapelitos (micaxisto) de Poços dos Cachorros-PB; B) granada-biotita xisto da região a norte de Cachoeira de Minas-PE; C) Metassedimento com nível fragmentar e estruturas “em chama” da região do garimpo Farias (Cachoeira de Minas-PB).	80
Prancha 3.10 - Fotografias de campo das metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá. A) exemplo de metavulcânicas félsicas (MVF) intercalada em metavulcânicas máficas (MVM) no afloramento PC-18; B, C, D) exemplos de intercalações de metavulcânicas intermediárias (MVI) e intermediária-félsicas (MIF) em metavulcânicas félsicas (MVF) observadas na região entre Cachoeira de Minas e Piau (Princesa Isabel-PB).....	83
Prancha 3.11 - Exemplos de estruturas primárias em metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá. A) bombas félsicas em metabrechas da Fazenda Verdes Mares, NW de São José do Bonfim-PB (afloramento PC-414); B) Bombas em metatufos lapillicos de	

composição intermediária da região a NNE de Luanda-PE (afloramento PC-224); C) prováveis <i>pillow</i> lavas (PL) deformadas em metavulcânicas intermediárias da região da Fazenda Verdes Mares. BO = Bombas.....	87
Prancha 3.12 - Fotografias ressaltando feições de campo das rochas máficas-ultramáficas do Complexo Riacho Gravatá. A) Visão panorâmica das ultramáficas da Fazenda Lavrada (sul de Catingeira-PB); B, C) metamáficas (e/a rochas intermediárias) nas adjacências do Sítio Serafina (11 km a nordeste de Desterro-PB), apresentando alternância de níveis ricos em anfibólio (Af) com níveis ricos em epidoto (Ep).....	88
Prancha 3.13 - <i>Augen</i> gnaisses Cariris Velhos do TAP . A) Estrutura típica com forte deformação D1 dos <i>augen</i> gnaisses tipo Ambó/Serra do Machado-PE; B) <i>sheets</i> de <i>augen</i> gnaisses intrusivos em micaxistos/paragnaisses do Complexo Riacho Gravatá, na região de Serra do Machado-PE; C) <i>augen</i> gnaisses de Cachoeira de Minas-PB, intrusivo no Complexo Riacho Gravatá; D) <i>augen</i> gnaisses de Cachoeira de Minas-PB, apresentando borda de resfriamento (textura gradando de <i>augen</i> para granular média-fina) no contato com os paragnaisses do Complexo Riacho Gravatá.....	90
Prancha 3.14 - Aspectos de campo de granitóides do Neoproterozóico III do TAP , apresentando feições tectônicas (foliação e/ou lineação) passíveis de serem associadas à deformação D ₁ ou D ₂ (hipótese admitida). A e B) Granitóide porfírico a norte de Santa Rita-PE; C) granodiorito de Santa Rita-PE.....	93
Prancha 3.15 - Aspectos de campo de granitóides sin a tardi brasileiros do TAP . A) Granodiorito calcioalcalino de São José do Bonfim-PB; B) Monzogranito K-calcioalcalino de Brejinho-PE, com enclaves máficos; C) sienogranito de Teixeira-PB; D) álcali-feldspato sienito ultrapotássico de Triunfo-PE, com xenólitos de biotita gnaisses; E) dique de sienito peralcalino do tipo Manaíra/Princesa Isabel-PB com xenólitos das rochas encaixante (gnaisses e metavulcânicas).	94
Prancha 3.16 - Fotografias de campo de dobras D ₁ . A) Minidobras em “M” na charneira de uma dobras recumbente D ₁ , nos filitos/xistos da Formação Santana dos Garrotes (afloramento W-115); B) S ₀ //S ₁ e dobras intrafoliais em micaxistos da Formação Santana dos Garrotes, em flanco de macrodobra isoclinal D ₁ (afloramento PC-39).....	98
Prancha 3.17 - Fotografias de campo mostrando relações entre D ₂ e D ₁ . A) Dobras suaves D ₂ afetando a foliação S ₁ de anfibolitos do Complexo Riacho Gravatá (afloramento PC-145); B) padrão de interferência (redobramento coaxial) observado no acamamento de micaxistos do Complexo Riacho Gravatá (afloramento PC-145); C) dobras D ₂ com geometria de flanco invertido, afetando S ₀ +S ₁ em metassedimentos do Complexo Riacho Gravatá (afloramento PC-21); D) vista em planta de dobras D ₂ afetando S ₁ em <i>augen</i> gnaisses Cariris Velhos (afloramento PC-523); E) dobras D ₂ afetando S ₁ em ortognaisses Cariris Velhos da região de Macacos-PB (afloramento W-69); F) detalhe do <i>fabric</i> observado na fotografia E (observar as caudas de recristalização nos fenocristais de K-feldspato).....	99
Prancha 3.18 - Foliação S ₁ contendo forte lineação de estiramento L ₁ ^x , em <i>augen</i> gnaisses Cariris Velhos da região de Cachoeira de Minas-PB (A) e Garra-PB (B), em micaxisto da região da Fazenda Lavrada-PB (C), e anfibolito de Macacos-PB (D), ambos do Complexo Riacho Gravatá.....	100
Prancha 3.19 - Fotografias de campo mostrando a superposição da lineação L ₂ de baixo <i>rake</i> (minerais estirados e crenulação), sobre a lineação L ₁ ^x de alto <i>rake</i> , em milonitos do Lineamento Patos.....	101
Prancha 3.20 - Critérios cinemáticos de D ₁ , observados em filitos e micaxistos da Formação Santana dos Garrotes, indicando movimentação de topo para NW. A e B) afloramento PC-161; C) afloramento PC-171; D) afloramento PC-135.....	102
Prancha 3.21 - Cinemática D ₁ com movimentação de topo para NW, observada em	

- clastos (fenocristais de quartzo) rotacionados de metariolitos do Complexo Riacho Gravatá (A) e metassedimentos do Complexo Riacho Gravatá (B, C). Observar a cinemática localmente invertida pelo dobramento D_2 , resultando em movimento *down dip* em (A). Em (B), observar clastos sigmoidais; em (C), porfiroblasto de granada rotacional com sombra de pressão. (D) Seção YZ de dobras em bainha com lineação de *rake* forte no Complexo Riacho Gravatá. Em (E) filitos do Complexo Riacho Gravatá na zona de cisalhamento Serra do caboclo, preservando a cinemática D_1 103
- Prancha 3.22 - Granodiorito a SE de Curral Velho-PB com fabric do tipo empurrão (foliação contendo lineação de estiramento de alto *rake*), associado à deformação D_1 . A seção exposta corresponde ao plano XZ, observando-se enclaves assimétricos (A) e juntas de extensão sigmoidais preenchidas por diferenciados félsicos do granodiorito (B). A cinemática observada no afloramento/fotografias é esquematizada em C..... 104
- Prancha 3.23 - Fotografias de campo ressaltando o fabric D_2 . A, B) Vista no plano horizontal do *fabric* D_2 em grantóides brasileiros, com movimentação dextral indicada por porfiroclastos sigmoidais, veios com dobras assimétricas (A, B) e *fabric* S-C (B); C) componente dextral D_2 observado em veios de quartzo boudinados em metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá..... 106
- Prancha 3.24. (A) Granitóide brasileiro na região de Santa Rita-PE (afloramento PC-259), exibindo foliação de baixo ângulo, na qual critérios cinemáticos (detalhe em B; superfícies S-C e clastos com caudas assimétricas) indicam movimento direcional (topo para SE) em relação às transcorrências D_2 . Ver texto para discussão. (C) *Shear bands* evidenciando componente de transcorrência dextral da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo, impressa em metaconglomerado da Formação Serra do Olho d'Água..... 107
- Prancha 3.25. A, B, C) Critérios cinemáticos evidenciando movimento transcorrente dextral associado à Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo, impresso nos metaconglomerados da Formação Serra do Olho d'Água. Observar clastos assimétricos e juntas de distensão escalonadas (T), além de fraturas antitéticas (estilo dominó; B, C). Em (D, E), observar *fabric* prévio, impresso em seixos de metagranitóide Cariris Velhos (D) e metariolito do Complexo Riacho Gravatá (E). Fotografias dos afloramentos PC-88 (foto A), PC-272 (foto E) e PC-277 (fotos B a D), todos situados a NW de Poços dos Cachorros-PB..... 109
- Prancha 3.26 - *Augen* gnaisses Cariris Velhos cortado por enxames de diques básicos de textura fina, anfibolitizados. O *fabric* (D_1 ou $D_1 + D_2$) parece ser o mesmo em ambos os litotipos (detalhe em B). Afloram a norte de Tavares-PB (afloramento PC-63; fotografias A e B) e a sul de Macacos-PB (afloramento W-101; fotografia C)..... 110
- Prancha 3.27 - A) Vista panorâmica ilustrando a foliação S_1 com mergulho suave para sul, nos micaxistos da Formação Santana dos Garrotes. Próximo à linha de ferro, o fabric S_2 de alto ângulo (no caso o Lineamento Patos) passa a dominar. Ao fundo (sul), observa-se o batólito granitóide de Teixeira. Fotografia tirada a leste da cidade de Salgadinho-PB). B) Dobras D_2 de alto *strain* (apertadas), com plano axial (S_2) de forte mergulho, afetando micaxistos da Formação Santana dos Garrotes e veios pegmatóides brasileiros da região de Passagem-PB (afloramento PC-437). C) Dobra D_2 afetando o bandamento antigo (S_n) de ortognaisses migmatíticos (Complexo Caicó ?) da região a SE de Patos-PB (afloramento PC-388). D) Zonas de cisalhamento D_2 , antitéticas ao movimento dextral do Lineamento Patos, na região a SW de Patos-PB (afloramento PC-386)..... 113
- Prancha 3.28 - A) Foliação de alto ângulo com lineação de baixo *rake* ($C_2 + S_2, L_2^X$) em milonitos do Lineamento Patos na região de Salgadinho-PB (afloramento PC-444); o protólito são ortognaisses bandados (ver prancha 3.29B,C). B) Foliação $S_2 + C_2$ em micaxistos de alto grau correlacionados à Formação Seridó a leste de Juazeirinho-PB. C, D) Critérios cinemáticos (*boudins* e clastos sigmoidais) de transcorrência dextral em milonitos derivados de micaxistos de alto grau, provavelmente relacionados à Formação Seridó (afloramento PC-413, a sul de Patos-PB). E) Porfiroblastos rotacionados de

turmalina (afloramento PC-445). F) <i>Fabric</i> milonítico S-C (afloramento PC-413, SE de Cacimba de Areia-PB) em milonitos do Lineamento Patos, com protólitos equivalentes aos micaxistos migmatíticos da Formação Seridó.....	114
Prancha 3.29 - A) <i>Fabric</i> D ₂ impresso em leucogranito com turmalina da região de Passagem-PB (afloramento PC-438). B) Dobras D ₂ afetando dobras isoclinais e uma lineação de estiramento correlacionadas ao evento D ₁ . As dobras F ₁ estão impressas em um bandamento gnássico antigo (S _n); afloramento PC-443, a leste de Areias Baraúnas-PB). C) Idem relação anterior, com destaque para a lineação L ₁ ^x dobrada).....	115
Prancha 5.1 - Fotografias de campo dos litotipos datados pelo método U-Pb em zircão, da região de Macacos (município de Princesa Isabel-PB). A) <i>Augen</i> gnaisse a sul da localidade Macacos (afloramento W-101); B) Ortognaisse granítico a norte/nordeste da localidade de Macacos (PC-248).....	146
Prancha 5.2 - Fotografias de campo de metariolitos da Formação Santana dos Garrotes datados pelo método U-Pb em zircão. A) Metariolito de Grotão (afloramento PC-313, NW de Olho d'Água-PB); B) soleiras dos metariolitos de Urtiga-PB em metapelitos (afloramento PC-417, SW Cacimba de Areia-PB).	150
Prancha 5.3 - Fotografias de campo de litotipos(datados pelo método U-Pb em zircão. A) granodiorito foliado da pedreira a sul de Curral Velho-PB (afloramento PC-142); B) granodiorito foliado, localizado a norte de Santa Rita-PE (PC-259).....	155

- LISTA DE TABELAS -

Tabela 1.1 – Coluna/tabela estratigráfica internacional, segundo Rename (2000).....	25
Tabela 2.1 - Principais termos utilizados na aplicação do modelo de terrenos.....	34
Tabela 2.2 - Principais características das zonas de cisalhamento mais importantes da porção setentrional da Província Borborema, segundo Jardim de Sá <i>et al.</i> (1997) e Campelo (1999).	42
Tabela 3.1 - Principais características/litotipos das suítes plutônicas neoproterozóicas (brasilianas) do TPAB	72
Tabela 3.2 - Principais características das suítes plutônicas associadas ao evento transcorrente neoproterozóico/brasiliano do TAP	95
Tabela 4.1 – Relação de dados/imagens digitais utilizadas.....	118
Tabela 4.2 - Principais feições obtidas para as unidades geológicas (unidades de paisagem) da região entre Serra Talhada (PE) e Assunção (PB).....	133
Tabela 5.1 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do <i>augen</i> gnaiss a sul de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra W-101F).....	147
Tabela 5.2 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do ortognaiss granítico a norte/nordeste de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra PC-248).....	148
Tabela 5.3 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do metariolito a noroeste de Olho d'Água-PB (amostra PC-313).....	151
Tabela 5.4 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do metariolito de Urtiga, sudoeste de Cacimba de Areia-PB (amostra PC-417).....	153
Tabela 5.5 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do granodiorito foliado a sul de Curral Velho-PB (amostra PC-142).....	156
Tabela 5.6 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do granodiorito foliado a norte de Santa Rita –PE (amostra PC-259).....	157
Tabela 5.7 - Resumo das idades U-Pb em zircão obtidas no presente trabalho.....	158

- CAPÍTULO I -

INTRODUÇÃO

1.1) Apresentação e Localização da Área

O presente trabalho é parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor junto ao Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica (PPGG) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). O trabalho foi desenvolvido sob a orientação do Prof. Dr. Emanuel Ferraz Jardim de Sá.

Neste estão reportadas as principais atividades desenvolvidas, resultados obtidos e abordagens que procuraram caracterizar a evolução geodinâmica na região dos terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú (Domínio da Zona Transversal, Nordeste do Brasil).

O apoio financeiro/logístico para o desenvolvimento das atividades foi fornecido pelo projeto “Controle Estrutural e Geocronologia das Mineralizações de Au e W nas faixas Seridó e Cachoeirinha, NE do Brasil” (PADCT III, processo 03-GMT-01/97-03/02-11), além da CPRM (Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - O Serviço Geológico do Brasil), PPGG/UFRN (Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

A área da pesquisa localiza-se, geograficamente, na porção sul-sudoeste do Estado da Paraíba e centro-norte do Estado de Pernambuco, abrangendo as cidades de Patos (PB), Itaporanga (PB), Taperoá (PB) e Serra Talhada (PE), dentre outras (Figura 1.1).

Entretanto, estudos/integrações de caráter mais regional (incluindo processamento e interpretação de imagens Landsat 7 ETM+, aerogamaespectrométricas e aeromagnéticas) foram desenvolvidas em um polígono englobando as cidades de Floresta (PE) e Arcoverde (PE), o que representa uma grande parte da porção central do Estado de Pernambuco e um segmento da região sudeste do Estado do Ceará (Figura 1.1).

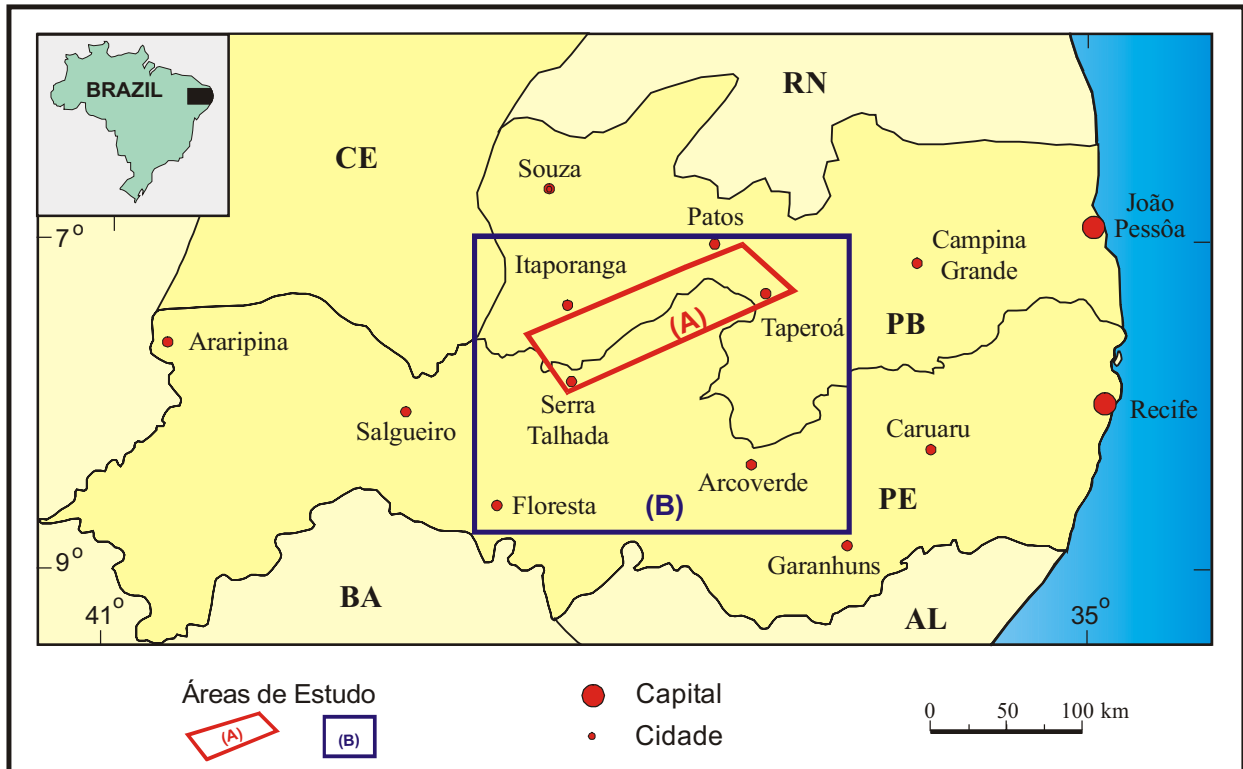


Figura 1.1 - Mapa de localização geográfica do projeto. (A) região abordada com levantamentos de campo; (B) região abordada através de processamento de imagens Landsat 7 ETM+, aeromagnéticas e aerogamaespectrométricas.

1.2) Justificativa e Objetivos

A concepção e o modelo de colagem de terrenos foram delineados principalmente na Cordilheira Americana, a partir da década de 70, tendo em vista a dificuldade da aplicação dos modelos clássicos da tectônica de placas naquela região. Posteriormente, propostas semelhantes também foram apresentadas em outras regiões (Grécia, Turquia, Tibete e sul da China, etc.).

Propostas de compartimentação da Província Borborema, baseadas em modelos de colagem de terrenos, vêm sendo objeto de crescente interesse na região, constatada a ocorrência de feições geológicas compatíveis com a justaposição de segmentos crustais com características geológicas distintas, ocorridas antes ou durante a orogênese Brasileira.

No denominado *Domínio da Zona Transversal* (Ebert 1962), Santos (1995, 1996, 2000) e Santos & Medeiros (1998, 1999) delimitaram um conjunto de terrenos - Piancó-Alto Brígida (**TPAB**), Alto Pajeú (**TAP**), Alto Moxotó (**TAM**) e Rio Capibaribe (**TRC**),

com base no contraste de feições geológicas diversas, os quais teriam sido amalgamados durante os eventos orogênicos Cariris Velhos e/ou Brasileiro.

Os terrenos propostos e respectivos limites enfrentam alguns problemas e críticas, em boa parte já levantadas na literatura (p.ex.. Neves & Mariano 1997, 1999, dentre outros), tais como:

- A própria adequação/aplicação do conceito/modelo de terrenos na região;
- A natureza colisional do evento Cariris Velhos (ca. 1.0 Ma), o qual é considerado por vários autores como um dos responsáveis pela colagem de terrenos na região, e por outros como um evento anorogênico;
- A presença de uma mesma unidade estratigráfica/estrutural em terrenos adjacentes, supostamente distintos e justapostos por contatos tectônicos;
- A presença de zonas de cisalhamento marcantes/importantes, com associações petrotectônicas críticas, no interior de um mesmo terreno (caso da Zona de Cisalhamento Afogados da Ingazeira no interior do **TAP**).

Neste contexto, o presente trabalho enfocará a revisão/caracterização da região do Piancó-Alto Brígida e do Alto Pajeú, no intuito de caracteriza-los (ou não) como terrenos alóctones, detalhar ou mesmo demarcar os seus limites geográficos, conteúdo litológico, contatos entre as unidades geológicas (tectônico ou normal), eventos deformacionais e idades das principais unidades geológicas e eventos tectônicos envolvidos.

Além do enfoque principal no limite entre o **TPAB** e **TAP** (ao longo da linha sienítica ou da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo), o tema também envolverá a avaliação dos outros limites do **TPAB** (Lineamento Patos) e do **TAP** com o **TAM** (*Nappe* da Serra de Jabitacá ou Zona de Cisalhamento Afogados da Ingazeira).

Ênfase também será dada ao evento Cariris Velhos na região, com o intuito de procurar defini-lo como de natureza intracontinental/rifte ou colisional.

1.3) Materiais e Métodos

A metodologia aplicada envolveu levantamento bibliográfico, interpretação de produtos de sensoriamento remoto (fotografias aéreas, imagens de satélites e mapas aerogeofísicos), levantamento geológico-estrutural de campo, petrografia, litogeoquímica, geocronologia e integração regional. Essas abordagens foram desenvolvidas em cinco etapas distintas:

A) Processamento digital de imagens de satélite (Landsat 7 ETM+) e aerogeofísicas (aerogamaespectrométricas e aeromagnéticas);

B) Interpretação de fotografias aéreas e mapeamentos geológicos em escalas de detalhe/semi-detalhe, em áreas importantes/chaves (região de Cachoeira de Minas-PB, norte de Manaira-PB e sul de Patos-PB), para uma melhor compreensão geológica da região e, em especial, da possível zona de contato entre os dois segmentos litosféricos enfocados no estudo (terrenos Piancó Alto-Brígida e Alto Pajeú);

C) Levantamento geológico em escala regional, nas demais áreas de interesse;

D) Estudos complementares, de campo e de laboratório (petrografia, geoquímica e geocronologia);

E) Consistência geológica dos dados até então obtidos e integração (interpretação de imagens Landsat 7 ETM+ e aeromagnéticos e aeroradiométricos, juntamente com mapas/dados pré-existentes) das regiões adjacentes à área mapeada, finalizando com a elaboração de modelos geodinâmicos.

As amostras para análises geoquímicas foram britadas e moídas no Laboratório de Preparação de Amostras do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e posteriormente analisadas pela Lakefield do Brasil S.A. (Apêndice 1).

Com relação às amostras para determinações geocronológicas (U-Pb em zircão), as mesmas foram britadas, moídas e concentradas/bateadas no Laboratório de Preparação de Amostras do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, enquanto que a seleção de zircões e sua datação foi realizado no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília.

As coordenadas dos afloramentos visitados nas diversas etapas de campo, estão listadas no Apêndice 2.

Para as idades obtidas ou referidas no presente trabalho, foi utilizada a tabela/coluna do tempo geológico proposta pela comissão internacional de estratigrafia (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 – Coluna/tabela estratigráfica internacional, segundo Rename (2000).

EONOTEMA EON	ERATEMA ERA	SISTEMA PERÍODO	IDADE (Ma)
			500
FANEROZÓICO	PALEOZÓICO	Cambriano	540
PROTEROZÓICO	NEOPROTEROZÓICO	Neoproterozóico III	650
		Criogeniano	850
		Toniano	1000
		Esteniano	1200
	MESOPROTEROZÓICO	Ecatsiano	1400
		Caliminiano	1600
		Estateriano	1800
	PALEOPROTEROZÓICO	Orosiriano	2050
		Riasiano	2300
		Sideriano	2500
			2800
ARQUEANO	NEOARQUEANO		2800
	MESOARQUEANO		3200
	PALEOARQUEANO		3600
	EOARQUEANO		

- CAPÍTULO II -

ARCABOUÇO GEOTECTÔNICO DA PROVÍNCIA BORBOREMA E O MODELO DE TERRENOS ALÓCTONES

2.1) O Arcabouço Geotectônico da Província Borborema

A Província Borborema foi inicialmente caracterizada por Almeida *et al.* (1977, 1981), quando esses autores compartimentaram o território brasileiro em 10 províncias estruturais. Naqueles trabalhos, o conceito de província estrutural foi aplicado para grandes regiões geológicas no interior e na margem continental, apresentando feições estratigráficas, tectônicas, magmáticas e metamórficas características, e distintas em relação aos domínios adjacentes.

Nessa concepção, a Província Borborema foi definida como uma entidade geotectônica situada no Nordeste brasileiro (Figura 2.1), caracterizada pela atuação do ciclo Brasiliano/Panafricano (700 a 450 Ma) como o último evento orogênico na região. Neste domínio, são característicos o volumoso plutonismo granitóide e as importantes zonas de cisalhamento, de idade neoproterozóica/brasílica.

Integrando as informações geológicas disponíveis na época, Schobbenhaus *et al.* (1984) esboçaram uma subdivisão do território nacional em regiões, sistemas e faixas de dobramentos associadas à orogênese brasílica, e crátons correlatos.

De acordo com os autores supracitados (ver Figura 2.1), a Província Borborema limita-se a sul com o Cráton São Francisco (este apresentando um embasamento consolidado em tempos pré-brasilianos); a oeste, é recoberta por sedimentos fanerozóicos da Bacia do Parnaíba, enquanto que os demais limites são delineados pelos sedimentos das bacias costeiras e interiores do Nordeste brasileiro, implantadas no Mesozóico (bacias Potiguar, Pernambuco-Paraíba e Sergipe-Alagoas; a Bacia de Tucano-Jatobá recorta o limite da província com o Cráton São Francisco). Numa

reconstrução pré-deriva mesozóica, a Província Borborema faz parte de uma extensa cadeia orogênica, denominada na África de Faixa Trans-Saara (ver Caby 1989).

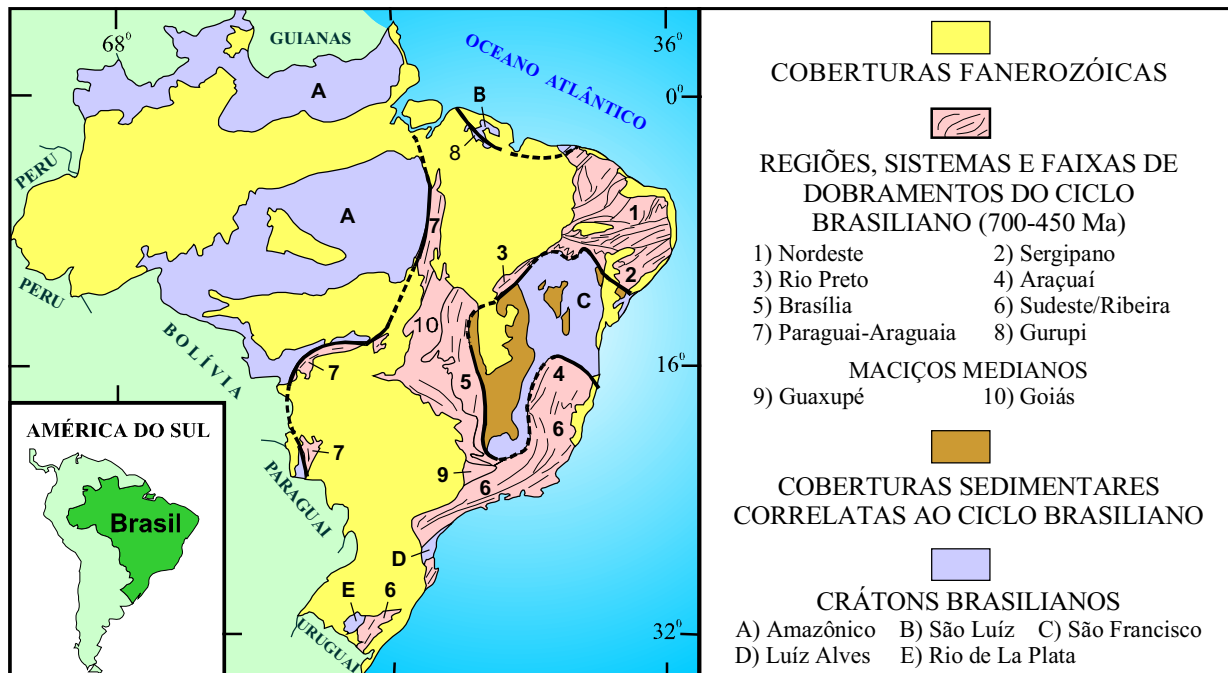


Figura 2.1 - Compartimentação do território brasileiro (regiões, sistemas, faixas de dobramentos e crátons) segundo Schobbenhaus *et al.* (1984). A Província Borborema de Almeida *et al.* (1977, 1981) compreende a Região de Dobramentos Nordeste e a Faixa Sergipana (áreas 1 e 2 na figura).

Numa etapa pioneira, vários outros estudos foram relevantes para o conhecimento da Província Borborema, onde ressaltamos os trabalhos de Brito Neves (1975, 1983), Almeida *et al.* (1976), Santos & Brito Neves (1984) e Santos *et al.* (1984), dentre outros.

Tais autores subdividiram a Província Borborema em vários segmentos (ver Figura 2.2a), englobando *faixas dobradas* ou *faixas de supracrustais* (regiões com predominância de metassedimentos e metavulcânicas proterozóicas) e *maciços medianos* (exposições do embasamento gnáissico-migmatítico, de idade arqueana a paleoproterozóica).

Procurando aperfeiçoar o modelo de evolução geotectônica da Província Borborema, proposto por Almeida *et al.* (1976) e Brito Neves (1975), Santos *et al.* (1984) utilizaram a designação de Faixa de Dobramentos Nordeste (oriunda dos trabalhos precedentes) para a província e a subdividiram em domínios estruturais (Figura 2.2b). Ressalta-se aqui que o termo *domínio*, utilizado por aqueles autores, não estava embasado no modelo de terreno.

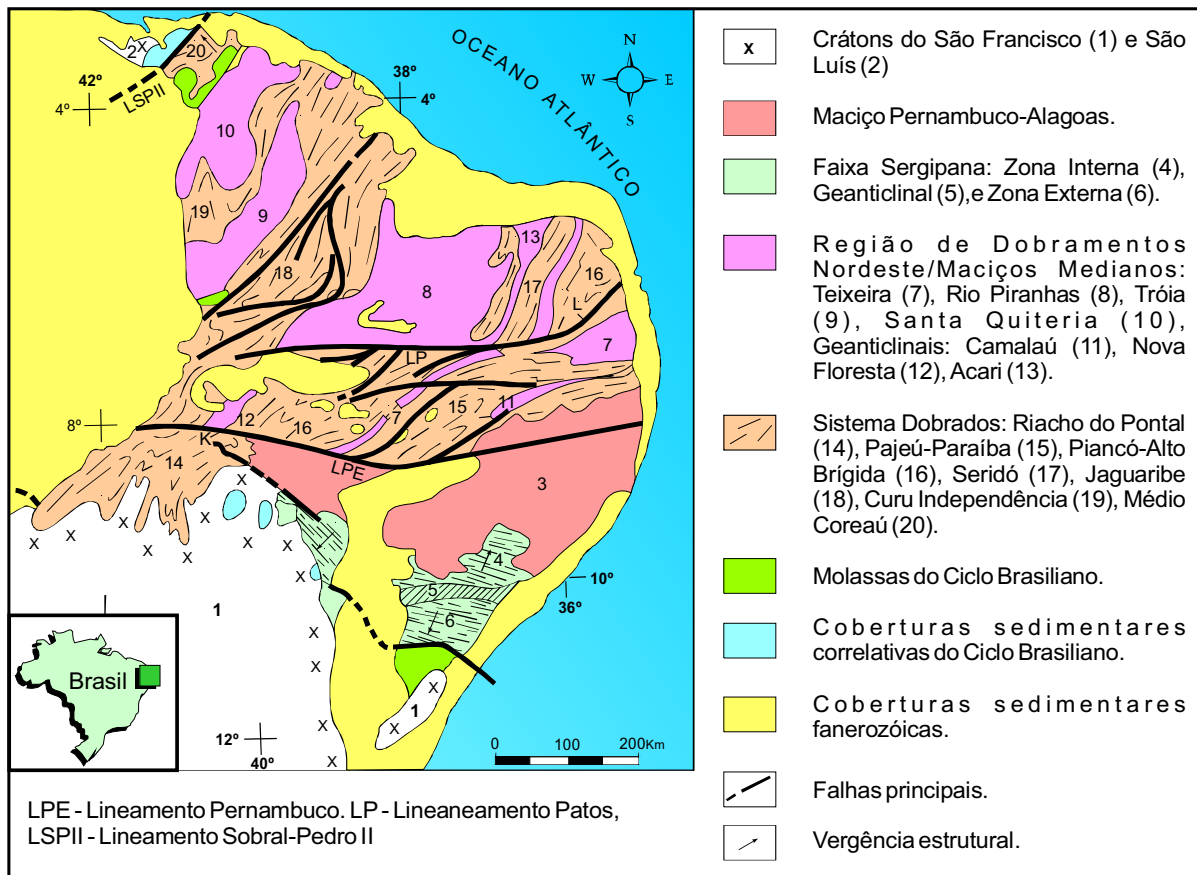


Figura 2.2a – Faixas dobradas e maciços na Província Borborema, segundo Almeida *et al.* (1976).

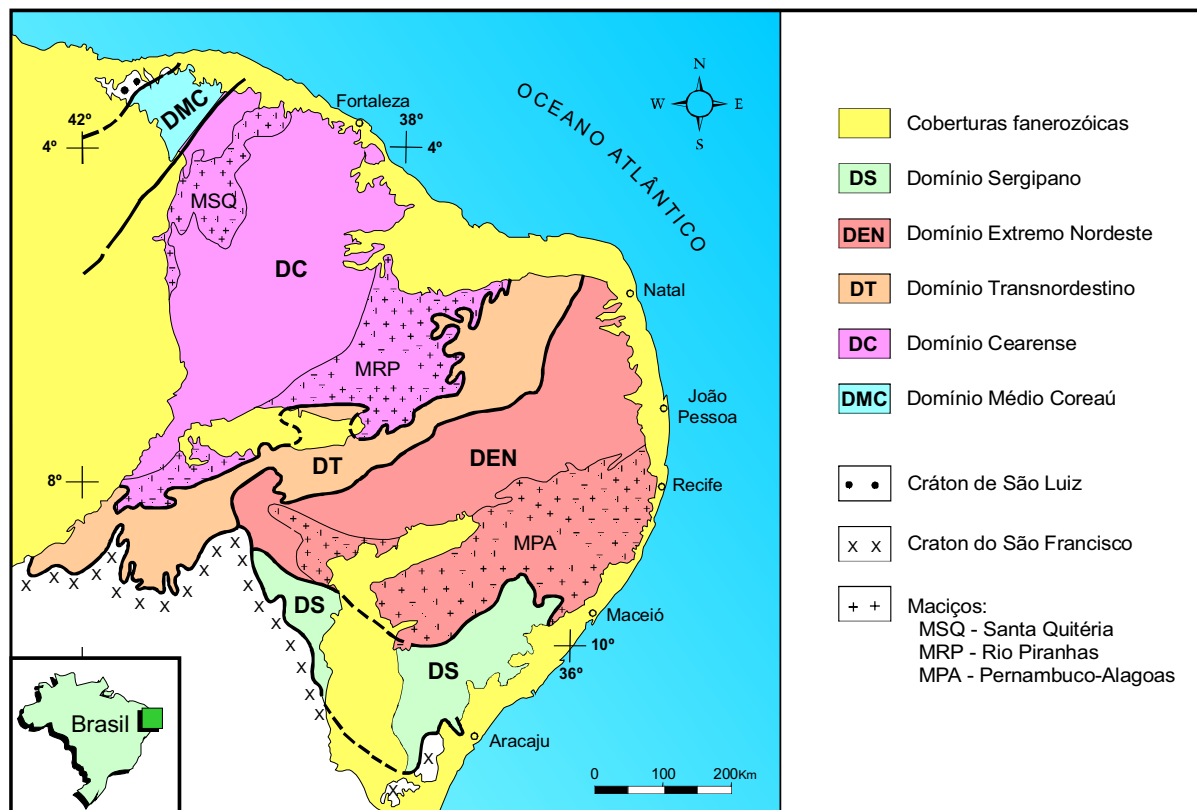


Figura 2.2b - Domínios estruturais da Província Borborema/Região de Dobramentos Nordeste, propostos por Santos *et al.* (1984).

As determinações geocronológicas disponíveis na época (K-Ar e Rb-Sr) levaram Almeida *et al.* (1968) e Brito Neves (1975) a considerar que o evento Brasiliano/Panafricano estaria superposto a ciclos orogênicos mais antigos (principalmente o Transamazônico), em alguns setores da província (p.ex., nos maciços medianos).

Com a visão de uma evolução orogênica mais complexa na Província Borborema, Jardim de Sá (1984, 1988, 1994) e Jardim de Sá *et al.* (1990, 1992) discutiram a ocorrência, na região, de faixas supracrustais monocíclicas ou policíclicas (Figura 2.3).

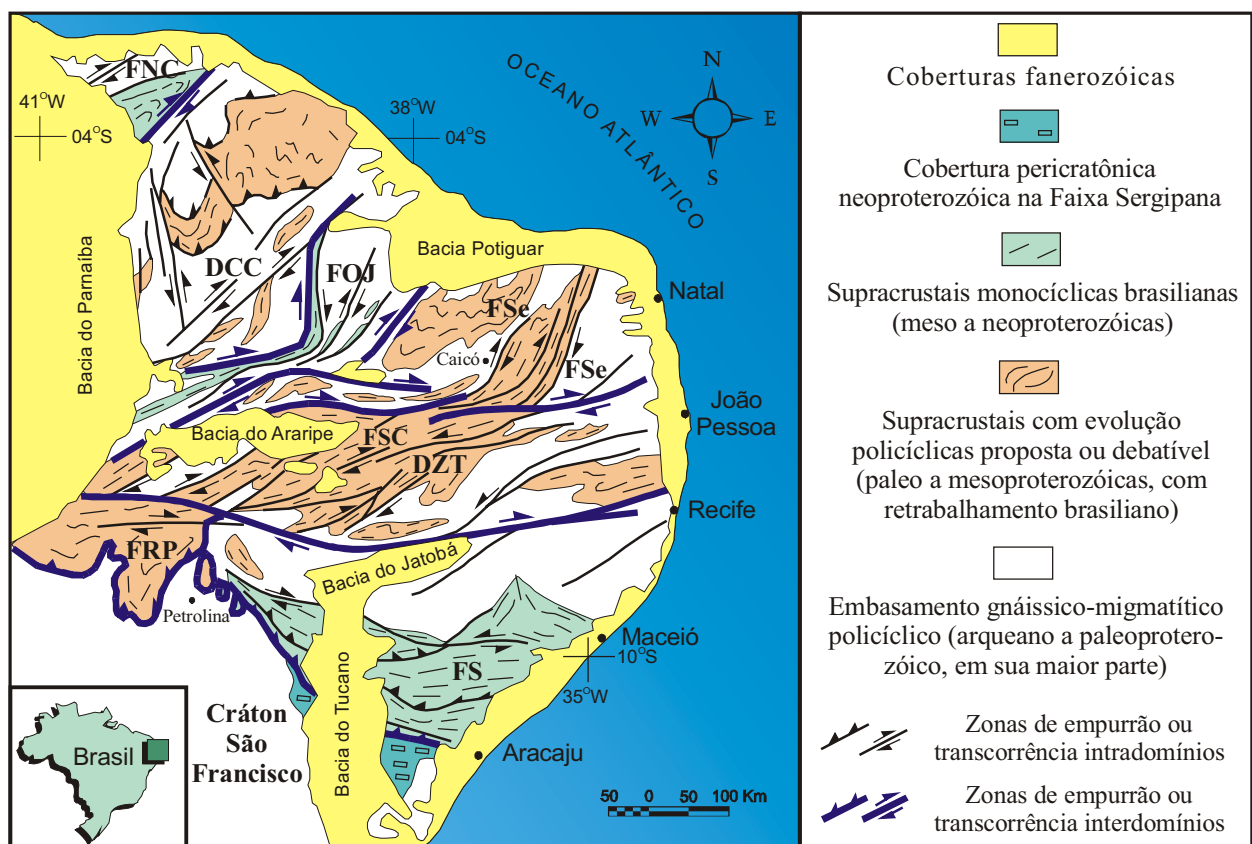


Figura 2.3 – Regiões da Província Borborema com evolução monocíclica ou policíclica, e delimitação em subprovíncias ou domínios estruturais, segundo Jardim de Sá *et al.* (1988), Caby *et al.* (1991) e outros, representado em Jardim de Sá (1994). DCC, Domínio Ceará Central; DZT, Domínio da Zona Transversal; FNC, Faixa Noroeste do Ceará; FOJ, Faixa Orós-Jaguaribe; FRP, Faixa Riacho do Pontal; FS, Faixa Sergipana; FSC, Faixa Salgueiro-Cachoeirinha; FSe, Faixa Seridó.

Neste último conceito, as faixas monocíclicas seriam aquelas afetadas apenas pela orogênese Brasileira/Panafricana, enquanto que as faixas policíclicas também

teriam sido afetadas por orogênese(s) pré-brasiliiana(s) (Transamazônica ou Cariris Velhos/Kibariana).

Reconhecendo a importância da estruturação brasiliiana nesta província, Jardim de Sá (1994) esboçou um zoneamento geotectônico em faixas de metasupracrustais e domínios geologicamente mais complexos, corroborando ou aperfeiçoando propostas prévias, conforme ilustrado na Figura 2.3. Delimitado pelos grandes lineamentos (zonas de cisalhamento) brasilianos de *trend* E-W, Patos e Pernambuco, Jardim de Sá (1994) retomou um conceito original de Ebert (1962), o denominado Domínio da Zona Transversal, no qual se localiza a região abordada nesta tese.

Mais recentemente, utilizando-se de um maior acervo de determinações radiométricas (idades U-Pb e Rb-Sr; idades modelo Sm-Nd), vários autores admitiram ou reforçaram a ocorrência de um evento orogênico designado de Cariris Velhos (ca. 1.0 Ga) na Província Borborema (equivalente ao Kibariano na África), a exemplo de Santos & Brito Neves (1993), Campos Neto *et al.* (1994), Jardim de Sá (1994), Santos *et al.* (1994), Santos (1995), Van Schmus *et al.* (1995), Santos & Medeiros (1998, 1999), Kozuch (2003), dentre outros (ver também Lima *et al.* 1985). Todavia, a hipótese alternativa, considerando um contexto anorogênico/rifte para o evento Cariris Velhos, onde algumas feições atribuídas a este ciclo são consideradas, como de um evento mais jovem (brasiliano ?), foi defendida por Bittar (1998), Mariano *et al.* (1999), Neves *et al.* (2000), Neves (2002), Silva *et al.* (2003), dentre outros.

2.2) O Conceito de Terrenos Alóctones

A concepção e o modelo de *terrenos* foram delineados principalmente na Cordilheira Americana, a partir da década de 70, tendo em vista a dificuldade de correlações entre diferentes domínios e da aplicação dos modelos clássicos da tectônica de placas naquela região, conforme ressaltado por Irwin (1972) e Berg *et al.* (1972), dentre outros. Feições semelhantes também foram observadas, naquela época, por outros pesquisadores na região da Grécia e Turquia (leste do Mediterrâneo).

Coney *et al.* (1980), Jones *et al.* (1982), Coney (1989), Howell (1985, 1989, 1995) e Gibbons (1994), dentre outros, detalharam a aplicação do conceito de terrenos na Cordilheira Americana e em outras regiões (figuras 2.4 e 2.5), consolidando os aspectos básicos deste modelo tectônico.

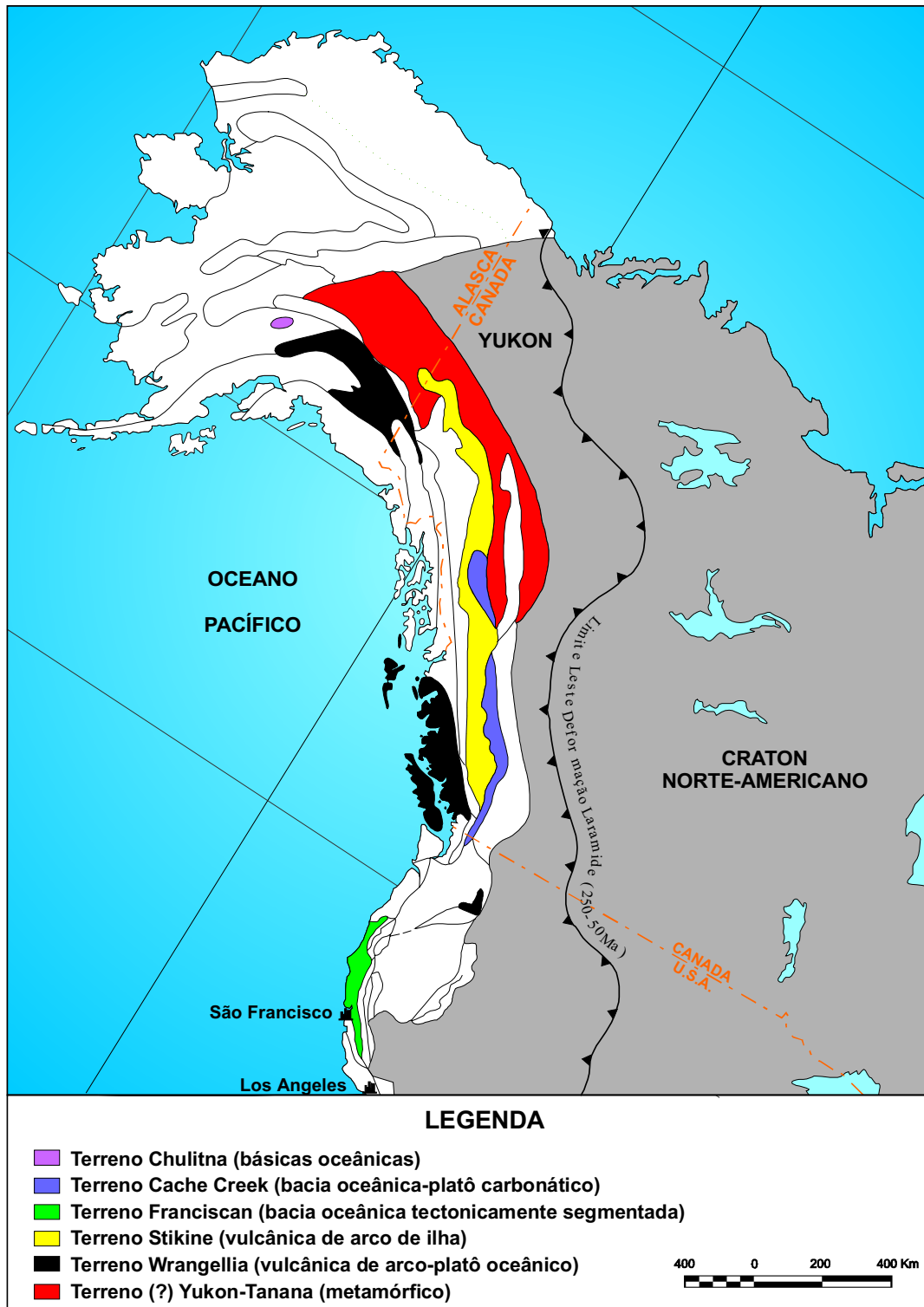


Figura 2.4 – Principais terrenos da margem ocidental da América do Norte, acrescentados à margem continental nos últimos 200 Ma, segundo Jones *et al.* (1982).

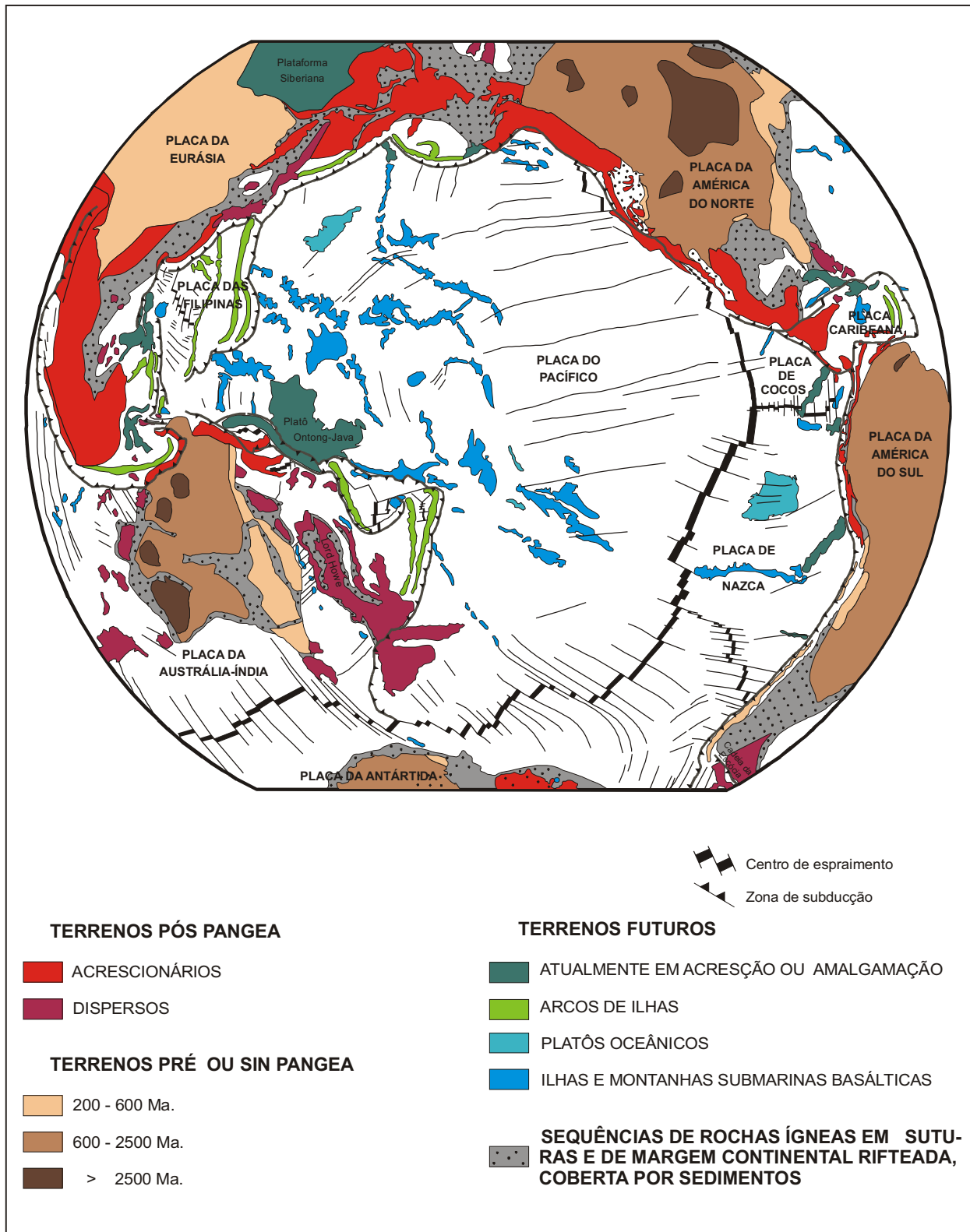


Fig 2.5 – Mapa dos terrenos em torno da Placa do Pacífico na concepção de Howell e colaboradores (ver Howell 1985).

Segundo os autores supracitados, um *terreno* corresponderia a uma região com características geológicas (estruturais, lito-estratigráficas, paleomagnéticas, geocronológicas, paleontológicas) distintas em relação aos domínios adjacentes, sendo obrigatoriamente delimitado por falhas ou zonas de cisalhamento importantes (descontinuidades profundas, suturas), e deste modo afetados por deslocamentos (horizontais e/ou verticais) consideráveis, a partir do seu local de origem.

Como os terrenos são regiões delimitadas por zonas de cisalhamentos ou suturas, o estudo dessas estruturas é essencial para caracterizar uma configuração de terrenos, bem como para delinear a trajetória/cinemática que condicionou o processo de deslocamento e posterior colisão/colagem.

Exemplos da aplicação de estudos paleomagnéticos na caracterização de terrenos são apresentados por Howell (1989) para a Cordilheira Americana (terrenos Wrangellia e São Francisco), Índia/Tibete e Nova Zelândia.

No caso clássico do Terreno Wrangellia, os dados paleomagnéticos indicam duas possíveis trajetórias pré-colisionais, a partir de 300 Ma, com deslocamentos que podem ter atingido até cerca de 60° de latitude no sentido Sul-Norte, conforme ilustrado na Figura 2.6.

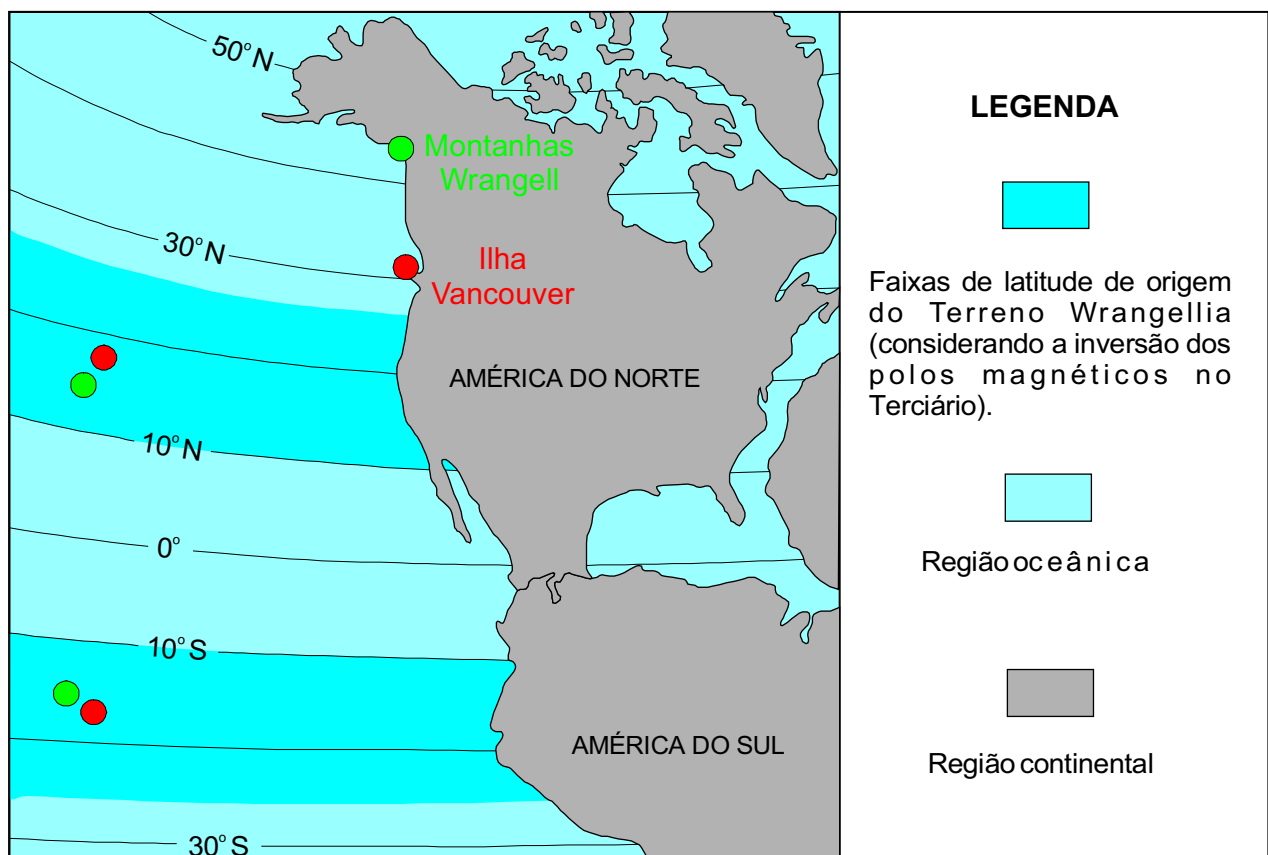


Figura 2.6 – Indicação de duas prováveis regiões de origem do Terreno Wrangellia (Montanhas Wrangell e Ilha Vancouver), com base em dados paleomagnéticos, segundo Jones *et al.* (1982).

Seguindo a definição de terreno supracitada, alguns termos passaram a ser bastante utilizados nas discussões do modelo (Howell 1985, 1989, 1995; Gibbons 1994; Vine & Kearey 1996), conforme sumarizado na tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Principais termos utilizados na aplicação do modelo de terrenos.

TERMINOLOGIA	SIGNIFICADO
Terreno Suspeito	Região/unidade com algumas características de terreno, todavia sem evidências suficientes para comprovar a sua aloctonia.
Terreno Alóctone	Seqüências de rochas limitadas por falhas/zonas de cisalhamento apresentando grande contraste geológico e, conseqüentemente, deslocamentos importantes, com relação às unidades/terrenos adjacentes.
Terreno Tectono-estratigráfico	Terreno concebido em função do contraste de suas feições tectônicas e stratigráficas, em relação àquelas das regiões adjacentes.
Superterreno ou Domínio	Região formada por um conjunto de terrenos, estes últimos gerados em eventos anteriores à formação do superterreno.
Amalgamação de Terrenos	Fenômeno de acreção/colisão entre diferentes terrenos.
Acreção de Terrenos	Fenômeno que ocorre quando da aderência de um terreno a uma margem continental.
Dispersão de Terrenos	Ocorre quando um domínio/placa original é subdividido em fragmentos/terrenos que se dispersam.

2.3) Propostas de Aplicação do Modelo de Terrenos na Província Borborema

A aplicação do modelo de terrenos na Província Borborema (ou parte desta) pode ser discutida a partir de quatro propostas, ordenadas em função da época de publicação e da concepção/ferramenta de análise dos modelos, conforme descrito a seguir.

2.3.1) Davison (1987)

A aplicação do modelo de terrenos na Província Borborema foi inicialmente proposta por Davison (1987), na Faixa Sergipana, sugerindo a existência de quatro terrenos distintos (Figura 2.7), que teriam sido soldados ao Cráton São Francisco, no curso de um processo de colisão oblíqua durante o Neoproterozóico (Orogênese Brasileira).

Entretanto, esta proposta pioneira de aplicação do modelo de terreno na Província Borborema, foi descartada pelo mesmo autor em trabalhos subseqüentes (ver Davison & Santos, 1989). Tal posição foi assumida tendo em vista a escassez de

critérios, na época, para corroborar a aplicação deste tipo de modelo (ausência de dados geocronológicos, grau de aloctonia dos cisalhamentos, etc.).

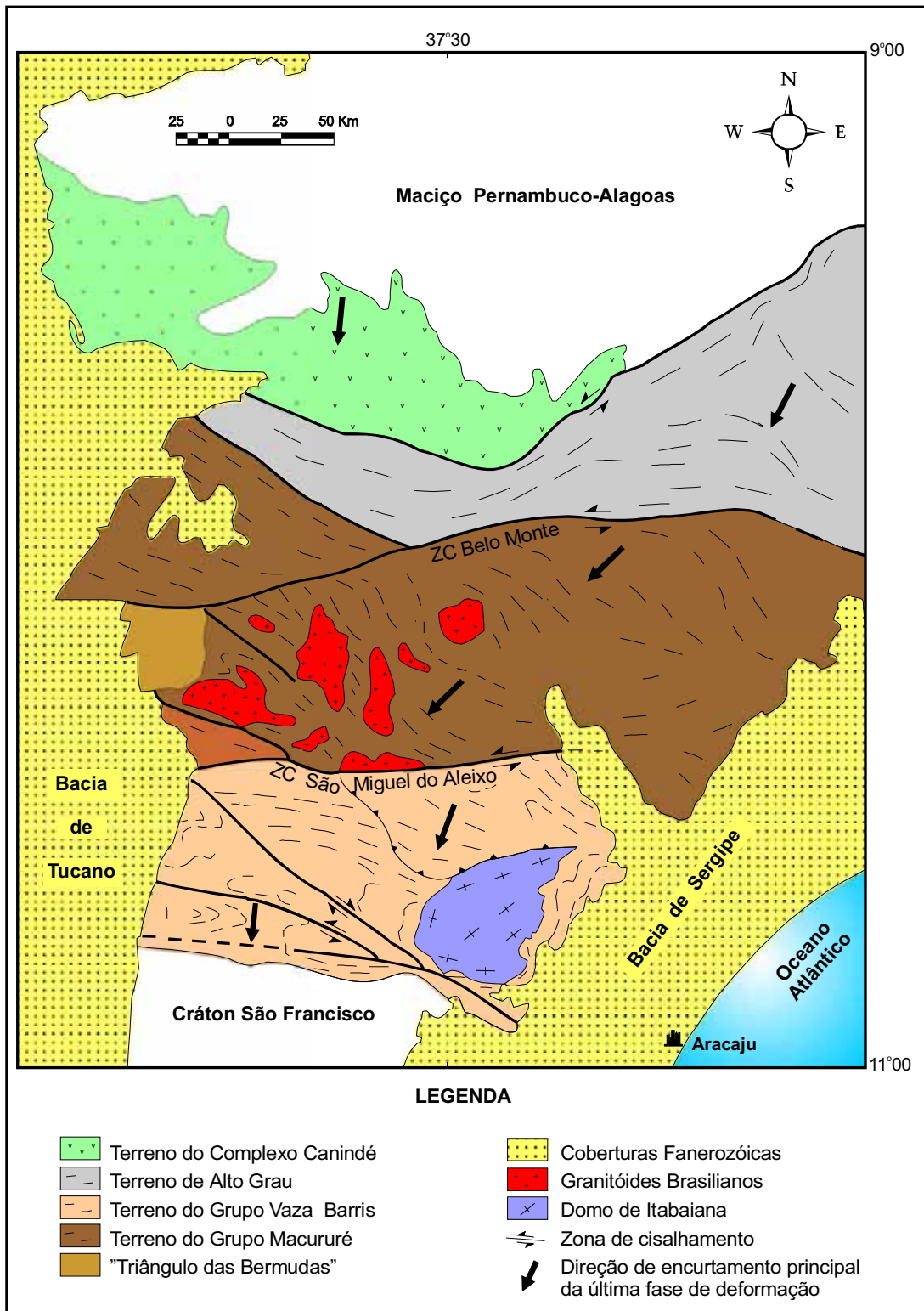


Figura 2.7 – Esboço tectônico da Faixa Sergipana, formada pela acresção de quatro terrenos, conforme proposta de Davison (1987).

2.3.2) Jardim de Sá *et al.* (1992) e Jardim de Sá (1994)

Jardim de Sá *et al.* (1992) e Jardim de Sá (1994) sugeriram a existência de terrenos alóctones no âmbito da Província Borborema, principalmente nas faixas Sergipana, Riacho do Pontal e Noroeste do Ceará (Médio Coreauú). Estes autores também propuseram a ocorrência de prováveis suturas no Domínio da Zona Transversal (Figura 2.8), delimitando terrenos alóctones no interior desse domínio.

Segundo os autores supracitados, na porção norte da Faixa Sergipana, as seqüências de arco magmático da região de Canindé do São Francisco (estudadas e caracterizadas por Bezerra *et al.* 1991 e Bezerra 1992), e o espessamento crustal delineado por dados gravimétricos (Rand *et al.* 1980 e Santos & Souza 1988), são indicativos favoráveis para o modelo de terrenos. Nesse contexto, Jardim de Sá *et al.* (1992) sugeriram a presença de uma sutura na porção norte da Faixa Sergipana, demarcada pelas unidades de arco magmático ali caracterizadas (região dos complexos Canindé do São Francisco e Marancó).

Outra região referida por Jardim de Sá *et al.* (1992) e Jardim de Sá (1994), como de provável ocorrência de suturas (brasileiras), corresponde à Faixa Riacho do Pontal. Nesta área, é reportada uma faixa de anomalias *Bouger* positivas (Mascarenhas & Sá 1982), a qual pode estar delineando uma sutura, o que é também reforçado pela presença de supracrustais neoproterozóicas e mesoproterozóicas, dispostas respectivamente a sul e norte da suposta sutura, sendo esta demarcada por vulcânicas básicas (Monte Orebe) e rochas ultrabásicas (Figura 2.8).

No âmbito do Domínio da Zona Transversal, regiões prováveis para a localização de suturas proterozóicas foram delineadas por Jardim de Sá *et al.* (1992) e Jardim de Sá (1994), principalmente com base na presença de pares de anomalias gravimétricas (Rand *et al.* 1980), rochas máficas eclogíticas (Beurlen & Villaroel 1990; Beurlen *et al.* 1990, 1991) e importantes zonas de cisalhamentos separando unidades geológicas contrastantes.

Jardim de Sá *et al.* (1992) e Jardim de Sá (1994) também referem a porção noroeste do Ceará como um terreno, comparando esta região com a faixa marginal leste ao Cráton Oeste da África (Faixa Dahomey), onde são descritas suturas/terrenos proterozóicos. O lineamento Transbrasiliano/Zona de Cisalhamento Sobral-Pedro II constitui um candidato natural para o limite deste terreno com o Domínio Ceará Central.

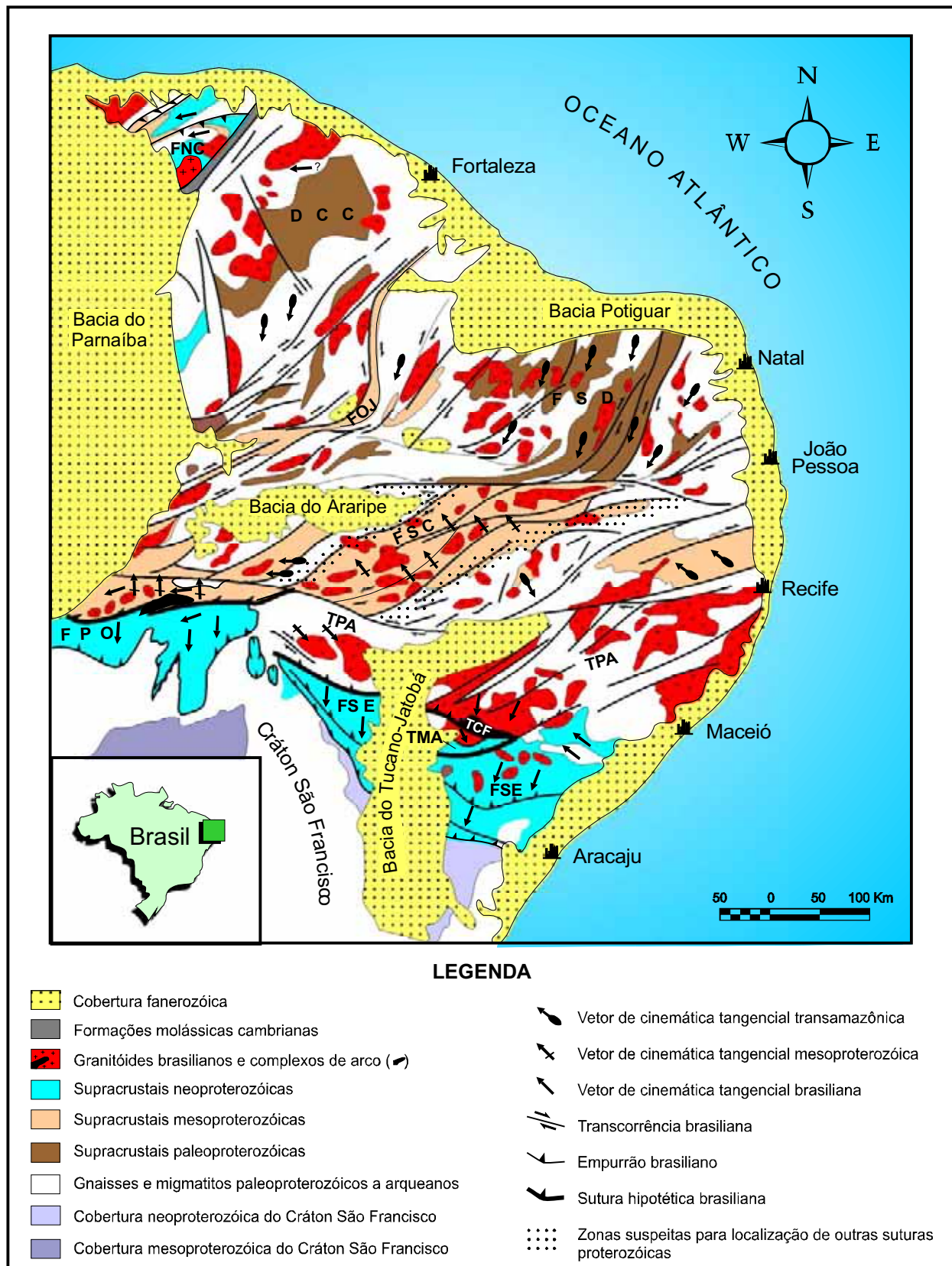


Figura 2.8 - Esboço geológico/tectônico da Província Borborema, segundo Jardim de Sá *et al.* (1992) e Jardim de Sá (1994). FNC - Faixa Noroeste do Ceará, DCC - Domínio Ceará Central, FOJ - Faixa Orós-Juazeiro, FSD - Faixa Seridó, FSC - Faixa Salgueiro-Cachoeirinha, FPO - Faixa Riacho do Pontal, FSE - Faixa Sergipana, TPA - Terreno Pernambuco-Alagoas, TCF - Terreno Canindé do São Francisco, TMA - Terreno Maracó.

2.3.3) Santos (1995, 1996, 1999, 2000) e Santos *et al.* (1997, 1999)

Baseados nos dados cartográficos/geológicos, litogeoquímicos e geocronológicos até então disponíveis, Santos (1995, 1996, 1999, 2000) e Santos *et al.* (1997, 1999) efetuaram uma análise de terrenos para toda a Província Borborema, incluindo o reconhecimento de terrenos de afinidade oceânica e a caracterização, no Domínio da Zona Transversal, de um evento colisional de idade meso-neoproterozóica (Cariris Velhos/Kibariano), retrabalhado durante o Neoproterozóico (Brasiliano/Panafricano).

Nesta concepção, os autores supracitados propuseram a existência dos domínios (superterrenos) Externo, Transversal, Rio Grande do Norte, Cearense e Médio Coreaú (Figura 2.9), os quais seriam separados entre si por limites litosféricos marcantes. Neste modelo, o Lineamento Patos representaria um limite de primeira ordem, dividindo a Província Borborema em dois segmentos distintos, a norte e a sul do lineamento. O segmento norte seria constituído por uma grande contribuição de embasamento arqueano e paleoproterozóico, enquanto que no segmento sul predominam terrenos meso e neoproterozóicos.

As principais diferenças ressaltadas por Santos *et al.* (1999) e Santos (2000), entre os domínios e terrenos da Província Borborema, foram a diversidade dos episódios de acreção, sedimentação, vulcanismo e plutonismo pré-brasilianos, considerando que:

A) Episódios de acreção juvenil ocorreram em regiões e épocas distintas ao longo da província, tais como:

- Terreno São José do Campestre: acreção Paleoarqueana;
- Terreno Granja: acreção Sideriana;
- Terrenos Rio Piranhas e São José do Campestre: acreção Riacciana/Transamazônica;
- Terrenos Canindé-Marancó, Brejo Seco-Monte Orebe, Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú: acreção Esteniana.

B) Acreções verticais gabro-anortosíticas no Mesoarqueano (terrenos São José do Campestre e Alto Moxotó), Estateriano (terrenos São José do Campestre e Rio Capibaribe), bem como enxames de diques máficos estaterianos (Terreno São José do Campestre, e provavelmente nos terrenos Alto Moxotó e Rio Capibaribe).

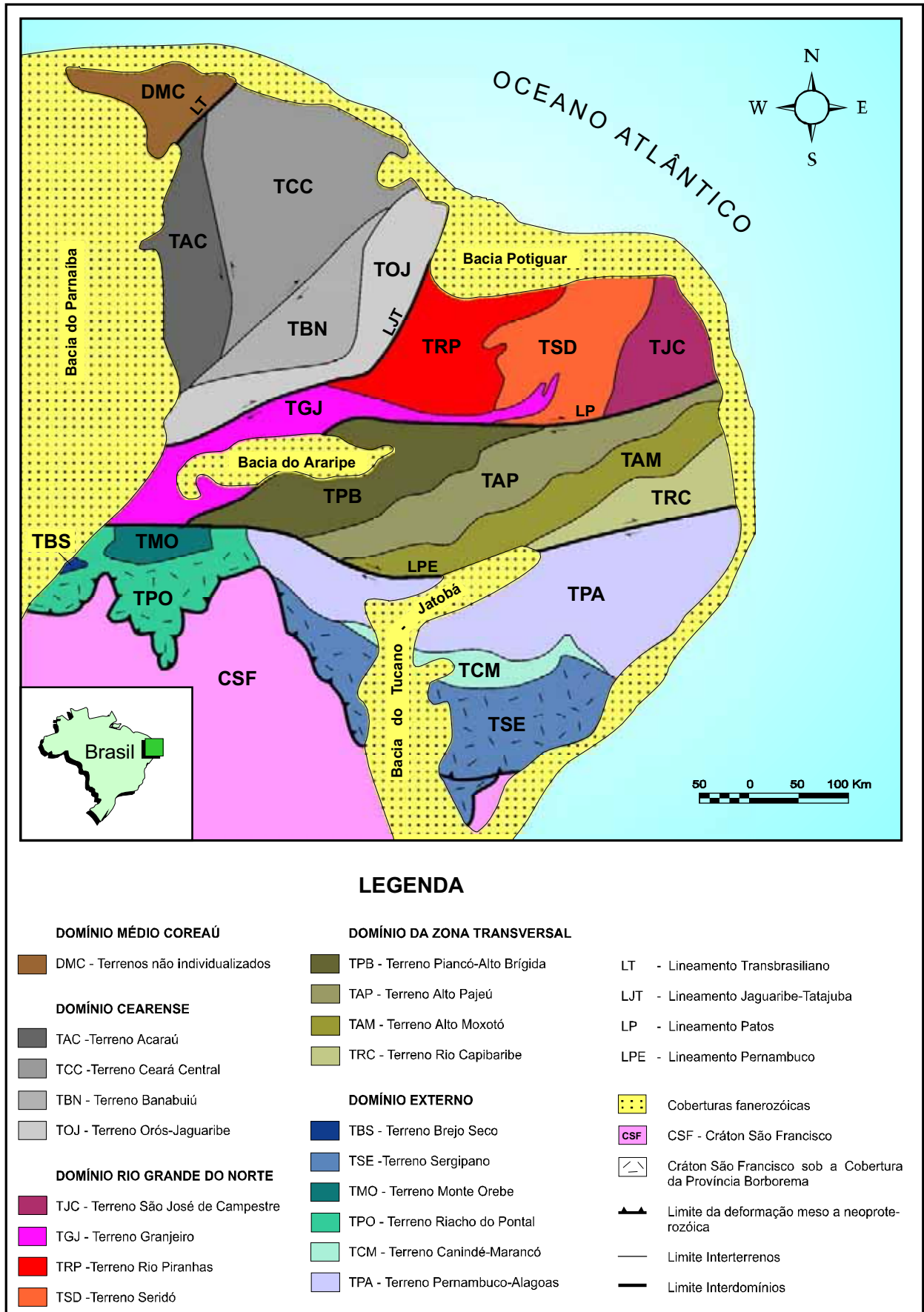


Figura 2.9 – Compartimentação da Província Borborema em domínios e terrenos tectono-estratigráficos, segundo Santos (1999 e 2000).

C) Supracrustais, granitos crustais e o evento colisional de idade Cariris Velhos (1,1-0,9 Ma), presentes no Domínio Transversal conforme discutido por Brito Neves *et al.* (1990, 1995), Santos *et al.* (1994), Jardim de Sá (1994), Santos (1995), Van Schmus *et al.* (1995), Kozuch *et al.* (1997) e Santos & Medeiros (1998, 1999); estas associações ocorrem principalmente no Terreno Alto Pajeú, onde tal evento foi evidenciado através de *sheets* de migmatitos e granitóides crustais colisionais, bem como em metariolitos e metatufos riolíticos do complexo metavulcanossedimentar Riacho Gravatá.

Conforme já ressaltado por Santos (2000), o mecanismo da colagem de terrenos da Província Borborema requer estudos adicionais; entretanto, ao sul do Lineamento Patos, aquele autor admite que o evento Cariris Velhos tenha envolvido episódios de acreção, subducção e colisão.

2.3.4) Jardim de Sá *et al.* (1997) e Campelo (1999)

Um grande volume de dados gravimétricos foi obtido na porção setentrional da Província Borborema (norte do lineamento Patos), nas últimas décadas, por diversas instituições (departamentos de Física e/ou de Geologia da UFRN, UFPA, UFOP, UFPE e IAG/USP; PETROBRAS; CPRM; Observatório Nacional/CNPq), tendo sido interpretados por Moreira *et al.* (1989), Lins *et al.* (1993) e Castro *et al.* (1997, 1998), dentre outros.

A partir deste acervo de dados (ver bases de dados referidas por Castro *et al.* 1997, 1998, e Campelo 1999), Jardim de Sá *et al.* (1997) e Campelo (1999) caracterizaram a ocorrência de lineamentos gravimétricos na porção a norte do Lineamento Patos, os quais, juntamente com os dados geológicos, estruturais e isotópicos disponíveis, podem indicar possíveis suturas e limites de terrenos, na referida região.

Com base nos dados supracitados (levantamentos gravimétricos e dados geológicos), Jardim de Sá *et al.* (1997) e Campelo (1999) sugeriram a divisão da porção setentrional da Província Borborema (norte do Lineamento Patos) nos terrenos Noroeste do Ceará, Ceará Central, Tauá, Orós-Jaguaribe, Seridó e São José do Campestre (Figura 2.10), em parte coincidentes, ou não, com outros modelos de definição de terrenos, aqui referidos (Figura 2.9 e itens 2.3.2 e 2.3.3 deste capítulo).

Jardim de Sá *et al.* (1997) e Campelo (1999) avaliaram as feições geológicas e gravimétricas associadas às principais zonas de cisalhamento no setor estudado,

evidenciando aquelas que podem constituir suturas de terrenos, e aquelas cujas características são mais sugestivas de cisalhamentos intracontinentais. As feições discutidas por aqueles autores encontram-se sumarizadas na Tabela 2.2.

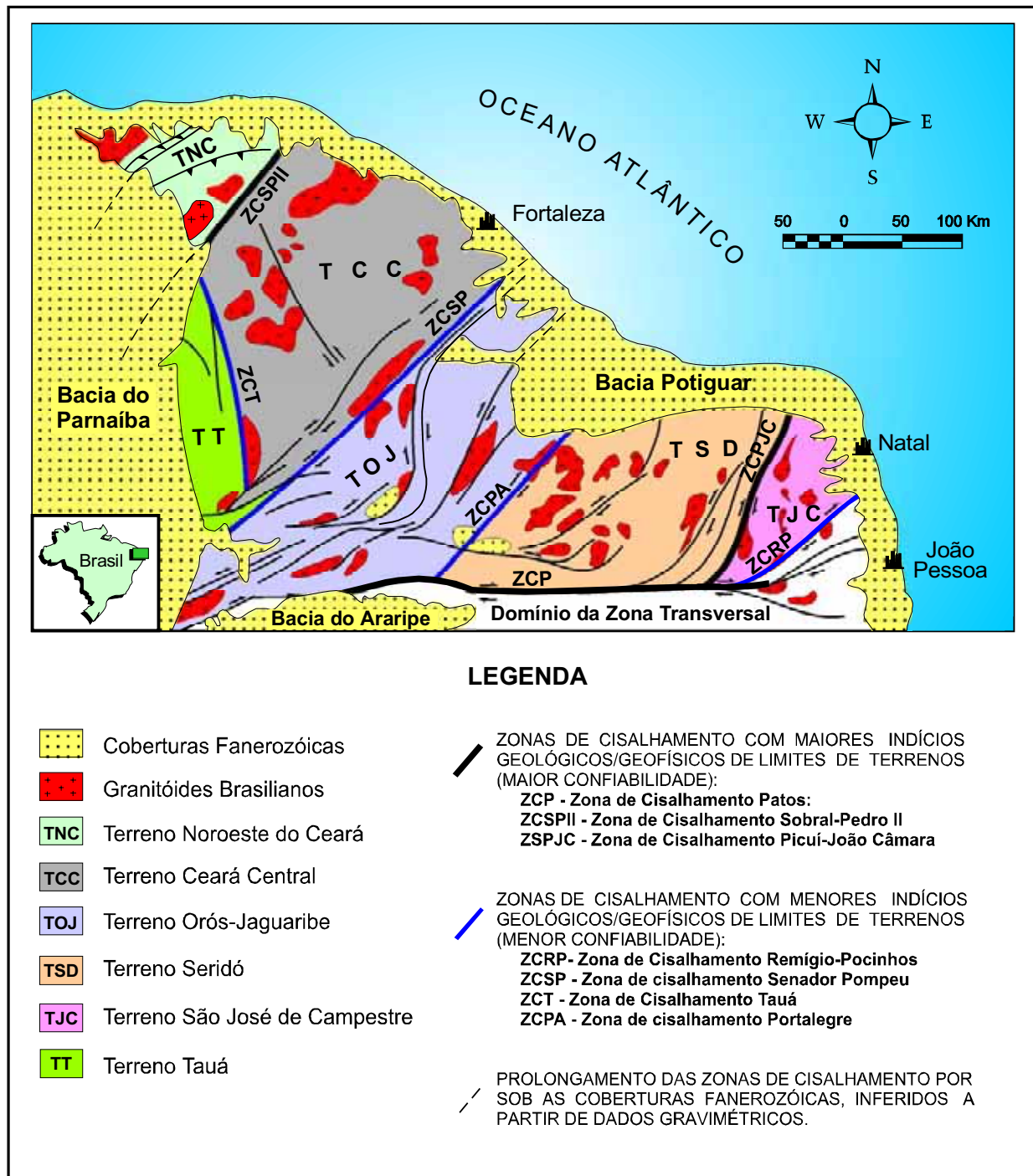


Figura 2.10 – Proposta de divisão da porção setentrional da Província Borborema (norte do Lineamento Patos) em terrenos tectono-estratigráficos, segundo Jardim de Sá *et al.* (1997) e Campelo (1999), baseada em dados gravimétricos e geológicos.

Tabela 2.2 - Principais características das zonas de cisalhamento mais importantes da porção setentrional da Província Borborema, segundo Jardim de Sá *et al.* (1997) e Campelo (1999). O asterisco assinala as zonas de cisalhamento com maior probabilidade de corresponderem a suturas de terrenos.

ZONA DE CISALHAMENTO	CARACTERÍSTICAS
*Sobral-Pedro II (ZCSP II)	Expressivo alinhamento gravimétrico, com anomalias emparelhadas. Faixas granulíticas adjacentes, com idades diferenciadas de ca. 200 Ma (Abreu & Gorayeb 1996). Arco magmático margeando o lineamento a SE (Fetter <i>et al.</i> 1997).
Senador Pompeu (ZCSP)	Associada a um alinhamento gravimétrico. Possivelmente, retrabalhamento intracontinental em regime transcorrente dextral.
*Portalegre (ZCPA)	Forte gradiente gravimétrico. Reativação mesozóica. Possível acresção transcorrente/transformante brasileira.
*Picuí-João Câmara (ZCPJC)	Relevante correlação gravimétrica com a estrutura (mapas residuais), indicando uma importante descontinuidade litosférica. Contraste de feições geológicas nos dois lados da estrutura.
*Remígio-Pocinhos (ZCRP)	Proeminente anomalia gravimétrica negativa. Forte gradiente geotérmico. Possível limite com os terrenos do Domínio da Zona Transversal.
Tauá (ZCT)	Também associada com um marcante alinhamento gravimétrico. Granitóides calcioalcalinos ao longo da estrutura, que podem indicar ambiente colisional continente-continente, tardi a pós colisional (Almeida & Ulbrich 1997). Possível sutura brasileira (ou mais antiga).
*Patos (ZCP)	Alinhamento gravimétrico positivo ao longo da estrutura. A ausência de dados gravimétricos, a sul da estrutura, dificulta a interpretação/análise geofísica da mesma. Um ou mais ramos desta larga faixa de cisalhamento delimita(m) blocos geológicos contrastantes (p.ex., Seridó vs. Cachoeirinha).

2.4) Os Terrenos do Domínio da Zona Transversal

Segundo propostas de Santos (1995, 1996, 2000) e Santos & Medeiros (1998, 1999), a Zona Transversal seria composta pelos terrenos Piancó-Alto Brígida (**TPAB**), Alto Pajeú (**TAP**), Alto Moxotó (**TAM**) e Rio Capibaribe (**TRC**), conforme observado nas figuras 2.9 e 2.11 e sumarizado a seguir:

O **TPAB** é limitado a norte pelo Lineamento Patos e a sul pelo **TAP**. Santos (1996, 2000) utiliza (aproximadamente) a *linha sienítica* de Sial (1986) como a provável região de sutura entre o **TPAB** e o **TAP**.

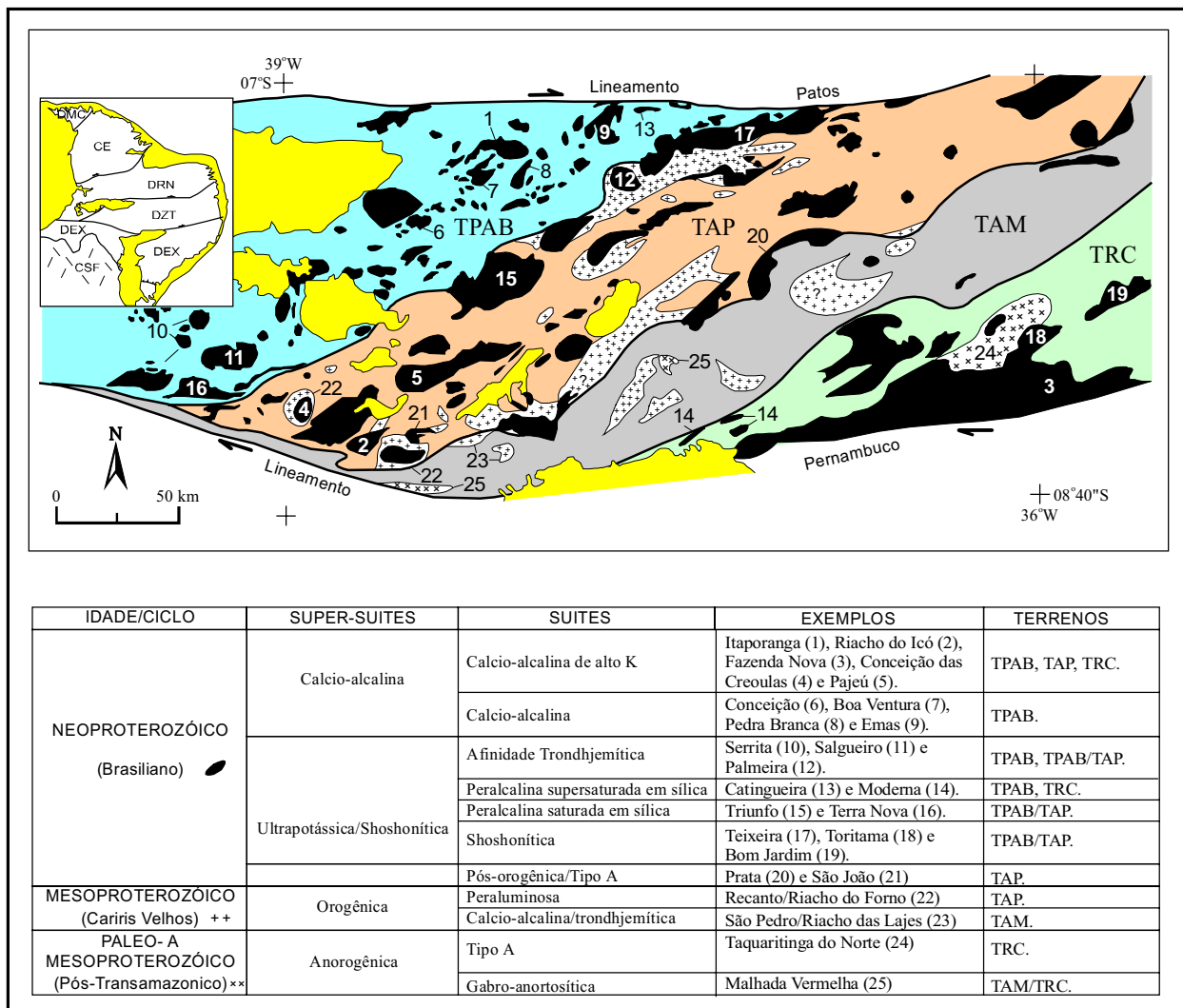


Figura 2.11 - Mapa esquemático dos terrenos e super-suites/suites da Zona Transversal, Nordeste do Brasil, segundo Santos & Medeiros (1999). **DMC** = Domínio Médio Coreaú; **DCE** = Domínio Cearense; **DRN** = Domínio Rio Grande do Norte; **DZT** = Domínio da Zona Transversal; **DEX** = Domínio Externo; **TPAB** = Terreno Piancó-Alto Brígida; **TAP** = Terreno Alto Pajeú; **TAM** = Terreno Alto Moxotó; **TRC** = Terreno Rio Capibaribe. Em amarelo = Coberturas Fanerozóicas.

O limite leste-sul do **TAP** estaria posicionado, segundo Santos (1996, 2000) e Santos & Medeiros (1998, 1999), ao longo da *Nappe* Serra de Jabitacá, que acompanha um par de anomalias gravimétricas evidenciadas por Rand *et al.* (1980) e algumas ocorrências de prováveis retroeclogitos. O **TAP** é caracterizado pela presença marcante de supracrustais e metagranitóides de idade Cariris Velhos (ca. 1,0 Ga), bem como por diversos batólitos de granitóides brasilianos (geralmente cálcio-alcálicos de alto potássio a ultrapotássicos/shoshoníticos).

O **TAM** encontra-se situado entre o **TAP** (a oeste) e o **TRC** (a leste), sendo limitado, deste último, através da marcante Zona de Cisalhamento Congo-Cruzeiro do

Nordeste, a qual possui uma assinatura expressiva em mapas aerogamaespectrométricos e aeromagnéticos. O **TAM** é caracterizado pela presença de núcleos arqueanos, litotipos paleoproterozóicos (complexos Floresta e Sertânia) e *sheets* de metaplutônicas Cariris Velhos; o plutonismo brasileiro é de reduzida expressão neste terreno. Metamáficas granulíticas ocorrem nas adjacências do proposto limite com o **TAP**.

O **TRC** está situado entre a Zona de Cisalhamento Congo-Cruzeiro do Nordeste e o segmento leste do Lineamento Pernambuco. Este terreno é constituído por litotipos paleoproterozóicos (Complexo Pão de Açúcar), metaplutônicas mesoproterozóicas (anorogênicas) da Serra de Taquaritinga-PE (de idade ca. 1,57 Ga) e Passira-PE, supracrustais mesoproterozóicas (ou mais antigas ?) do Complexo Vertentes e um volumoso magmatismo brasileiro (calcioalcalino rico em potássio e shoshonítico). Neste terreno também ocorrem os metapelitos do Complexo Surubim, ao qual é atribuída uma idade neoproterozóica. Dados espectrais, aeromagnéticos e aerogamaespectrométricos do **TRC** mostram assinaturas contrastantes com os terrenos adjacentes.

No contexto assim exposto, o Domínio da Zona Transversal seria composto por quatro terrenos tectono-estratigráficos, os quais teriam sido amalgamados durante os eventos Cariris Velhos e/ou Brasileiro.

2.5) Os Terrenos Piancó-Alto Brígida (TPAB) e Alto Pajeú (TAP) no Âmbito da Zona Transversal: A Proposta de Estudo e Trabalhos Prévios

2.5.1) Problemática, Objetivos e Alvos de Estudo

O Terreno Piancó-Alto Brígida (**TPAB**) e o Terreno Alto Pajeú (**TAP**) constituem a porção oeste e centro-oeste (respectivamente) do Domínio da Zona Transversal. Esse domínio corresponde ao setor central da Província Borborema (Nordeste do Brasil), conforme ilustrado nas figuras 2.9 e 2.11 (ver também Seção 2.3).

Segundo a revisão/integração realizada por Santos & Medeiros (1998, 1999) no âmbito da Zona Transversal, os limites do **TPAB** e do **TAP** seriam marcados por importantes zonas de cisalhamento (Figura 2.11), tais como:

A) Lineamento Patos: delimita a porção norte do **TPAB**/Zona Transversal com a porção sul do Domínio Rio Grande do Norte;

B) A *linha sienítica* de Sial (1986) foi utilizada para delimitar o contato entre o **TPAB** e o **TAP**, mas a sua caracterização geológica é ainda imprecisa;

C) Lineamento Pernambuco: limita o extremo sudoeste do **TPAB** e **TAP** com o Domínio Externo;

O **TPAB** e o **TAP** foram reconhecidos/sugeridos como terrenos tectono-estratigráficos a partir de Santos (1995), entretanto trabalhos subseqüentes colocaram em questão tanto a aplicação deste modelo na Zona Transversal como em outros segmentos da Província Borborema, tais como Neves & Mariano (1997, 1998, 1999), Neves (2002) e Neves *et al.* (2003).

Neves & Mariano (1997, 1998, 1999) questionaram o significado geotectônico do setor leste do lineamento Pernambuco (região entre Arcoverde e Caruaru-PE), caracterizado pela presença de faixas miloníticas de baixa temperatura (assumidas por aqueles autores como representando deslocamentos modestos) e por estudos petrológicos em granitóides localizados em terrenos/domínios distintos e exibindo assinaturas geoquímicas e isotópicas semelhantes. Tais feições implicariam em uma importância secundária e inadequada para caracterizar um limite de terreno, como é admitido por outros autores como o limite entre o Domínio da Zona Transversal e o Domínio Externo/Terreno Pernambuco-Alagoas (ver figuras 2.8 e 2.9).

Ainda nesta mesma linha de abordagem, Neves *et al.* (2003), a partir de estudos de petrofábrica e dados petrológicos/geocronológicos, também apontam para a similaridade entre os granitóides brasileiros posicionados a norte e a sul do Lineamento Pernambuco, na região entre Arcoverde e Caruaru-PE, também sugerindo a ausência de suturas na região e, conseqüentemente, de terrenos tectono-estratigráficos.

Neves (2002) sugere um modelo de evolução termomecânica simplista entre as faixas Orós, Piancó-Alto Brígida e Seridó, como alternativa para não utilizar o modelo de terrenos.

Nesta abordagem crítica, também ressaltamos a presença de unidades caracterizadas (na bibliografia) como pertencentes ao **TAM** (Complexo Sertânia) no **TAP** (entre os cisalhamentos de Afogados da Ingazeira e Serra de Jabitacá) com ausência de contatos tectônicos. Nesta mesma região a situação estratigráfica/tectônica também foi cartografada em situação inversa, ou seja, unidades consideradas do **TAP** (Complexo São Caetano) sobre o **TAM**, com ausência de contatos tectônicos (Figura 2.12).

Para embasar a caracterização do **TPAB** e do **TAP** como terreno tectono-estratigráficos (ou não), torna-se necessário verificar os contrastes (estratigráficos/litológicos, estruturais/deformacionais, geoquímicos, geocronológicos e geofísicos), bem como a história geológica comum aos mesmos (pós-justaposição), sendo este o objetivo/alvo principal do presente trabalho.

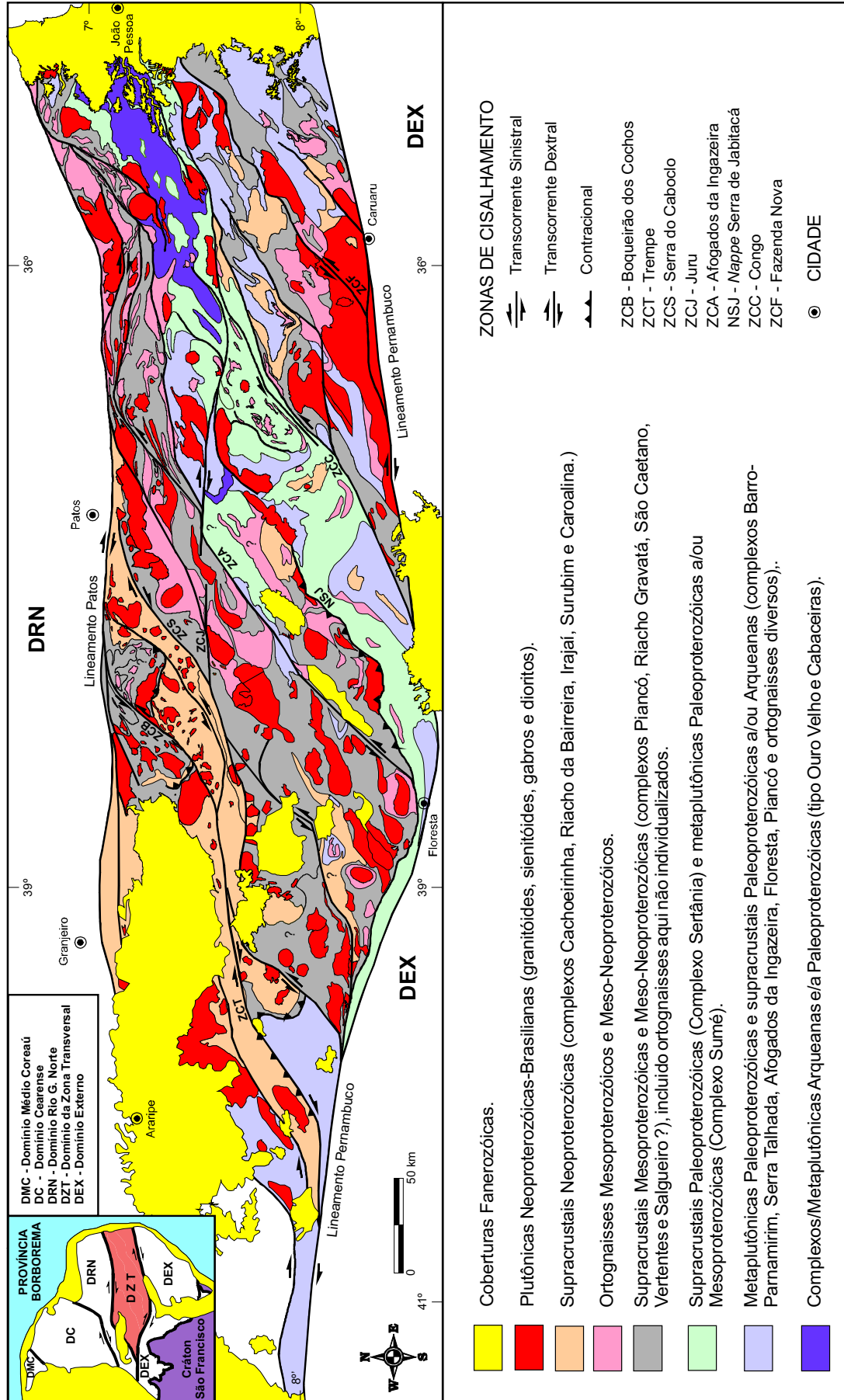


Figura 2.12 - Esboço geológico do Domínio da Zona Transversal, adaptado de Ferreira & Santos (2000), Gomes et al. (2000), Medeiros (2000), Gomes et al. (2001) e Santos et al. (2002). ? = Unidades com posicionamento geocronológico e/ou estrutural incerto.

2.5.2) Unidades Estratigráficas e Arcabouço Tectônico

Embora sem adequado suporte geocronológico naquela época, Silva Filho (1984) propôs um modelo tectono-estratigráfico para a chamada *Faixa de Dobramentos Piancó*, que corresponde ao **TPAB** e à porção norte-noroeste do **TAP**, do presente trabalho. Foi considerada a ocorrência de um embasamento arqueano/paleoproterozóico (Grupo Bom Nome) e rochas metavulcanossedimentares mesoproterozóicas (Grupo Salgueiro, unidade que engloba o que foi posteriormente definido, na região do presente trabalho, como o Complexo Riacho Gravatá), sobrepostas (discordantemente) por litotipos predominantemente metassedimentares, de idade neoproterozóica (Grupo Cachoeirinha). Todo o conjunto estaria intrudido pelos granitóides do final do Neoproterozóico (brasilianos). A nomenclatura/designação de Grupo Cachoeirinha e Grupo Salgueiro, utilizada por Silva Filho (1984), foi inicialmente proposta por Barbosa (1970).

Abandonando o modelo estratigráfico e as denominações cunhadas por Silva Filho (1984), Campos Neto *et al.* (1994) e Bittar *et al.* (1996) individualizaram, na porção central da Faixa de Dobramentos Piancó, as seguintes unidades: *Nappe* de Piancó, Complexo Metavulcanossedimentar Riacho Gravatá, Complexo Metavulcanossedimentar Poço dos Cachorros e Complexo Metaturbidítico Serra do Olho d'Água. Estas unidades foram referidas, por aqueles autores, como do final do Mesoproterozóico ao início do Neoproterozóico, tendo sido afetadas, em regime orogênico, pelo evento Cariris Velhos, ca. 1,0 Ga.

Posteriormente, revisando e ampliando as considerações anteriores, Bittar (1998) sugeriu a manutenção do termo Complexo Riacho Gravatá (com idade ca. 1,0 Ga) e propôs as designações de Complexo Cachoeirinha (incluindo as seqüências Piancó e Santana dos Garrotes) e Seqüência Serra do Olho d'Água para as supracrustais neoproterozóicas a norte da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo. A referida autora ainda sugeriu a ocorrência de ortognaisses paleoproterozóicos a norte-noroeste de Serra Talhada-PE, e corpos meso/neoproterozóicos correspondentes aos ortognaisses Cariris Velhos (Figura 2.13).

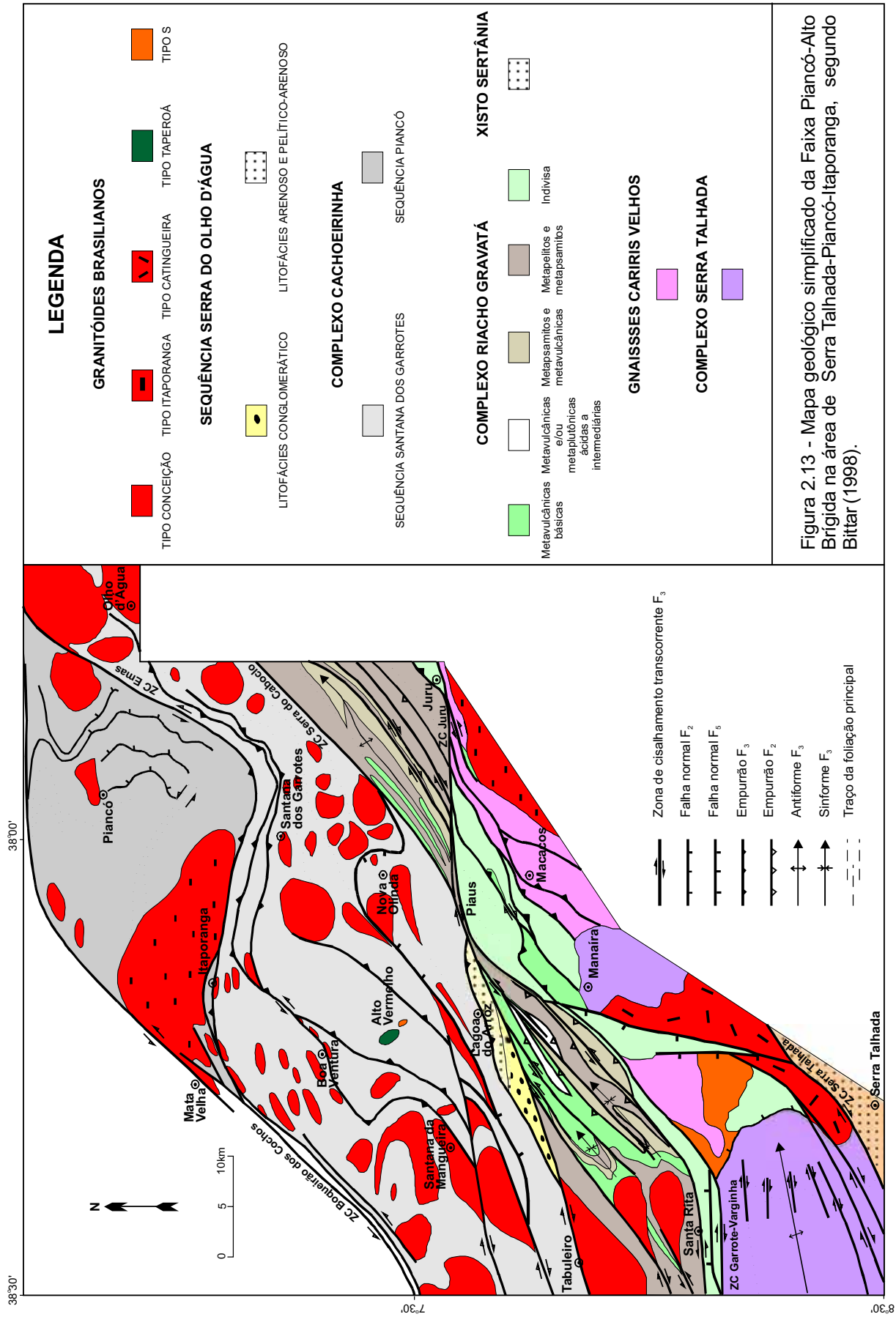


Figura 2.13 - Mapa geológico simplificado da Faixa Piancó-Alto Brígida na área de Serra Talhada-Piancó-Itaporanga, segundo Bittar (1998).

Mais recentemente, Santos *et al.* (2002) abandonou a designação de Complexo/Sequência aplicando a terminologia de Grupo Cachoeirinha (mesmo que informalmente), dividindo-o nas formações Santana do Garrote e Serra do Olho d'Água.

Santos (1995, 1999) e Gomes (1998) utilizaram o termo Complexo São Caetano (terminologia inicialmente proposta por Santos 1971) para designar uma seqüência metavulcanossedimentar aflorante na porção sul e sudeste do **TAP**.

Ainda com relação aos trabalhos prévios que abordaram o arranjo litoestratigráfico/cartográfico das unidades da região aqui enfocada (**TPAB** e **TAP**) e áreas adjacentes, deve-se ressaltar as integrações geológicas realizadas nos últimos anos pela CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil), em escalas 1:250.000 e 1:500.000 (ver Gomes 1998, Ferreira & Santos 2000, Gomes *et al.* 2000, Medeiros 2000, Santos 2000, Angelim 2001, Gomes *et al.* 2001 e Santos *et al.* 2002), onde foi admitida a presença de várias unidades de idade paleoproterozóica a neoproterozóica, capeadas por sedimentos fanerozóicos (Figura 2.12).

Nessas integrações geológicas, foram consideradas as propostas/terminologias sugeridas por Campos Neto *et al.* (1994), Santos (1995), Bittar *et al.* (1996) e Bittar (1998), para os litotipos da região da presente investigação.

Com relação ao plutonismo brasileiro, vários estudos foram realizados sobre o tema, ressaltando-se as sínteses realizadas por Almeida *et al.* (1967), Sial (1986), Medeiros (1995), Ferreira *et al.* (1998), Guimarães *et al.* (1998) e Mariano *et al.* (2001), dentre vários outros realizados, principalmente, por pesquisadores/projetos vinculados à Universidade Federal de Pernambuco.

Nos trabalhos supracitados sobre o magmatismo neoproterozóico/brasiliano, foram reconhecidas as suítes calcioalcalina (tipo Conceição), K-calcioalcalina (tipo Itaporanga/Tavares), ultrapotássica (tipo Triunfo), shoshonítica (tipo Teixeira), trondhjemítica (tipo Serrita-Palmeira) e diques peralcalinos (diques de Manaíra-Princesa Isabel), na região do **TPAB** e do **TAP**. Também foram descritas rochas gabróicas (tipo Taperoá) nas regiões de Taperoá-PB, São João do Cariri-PB (Lima *et al.* 1980, Scheid & Ferreira 1993 e Medeiros & Torres 1999) e Alto Vermelho-PB (Silva Filho *et al.* 1985 e Bittar 1998).

2.5.3) Dados Geocronológicos/Isotópicos

Em função do esforço para aprimorar as determinações/idades geocronológicas nos litotipos da região (que até o início da década de 90 eram praticamente restritas a determinações K-Ar, Rb-Sr e Ar-Ar), diversos autores reportaram datações geocronológicas utilizando métodos/equipamentos mais adequados para este tipo de contexto geológico, tais como idades Pb-Pb por evaporação e U-Pb (mais raramente SHRIMP) em cristais de zircão, além de parâmetros isotópicos do método Sm-Nd (razões ϵ Nd e idades TDM). Os principais dados do **TPAB** e **TAP**, atualmente disponíveis na literatura, estão descritos abaixo.

A) Idades/Associações Litotectônicas Paleoproterozóicas (Orosiriano-Rhyaciano)

Na região de enfoque, idades paleoproterozóicas foram obtidas em ortognaisses da região de Afogados da Ingazeira-PE, por Silva *et al.* (1996), pelo método geocronológico Pb-Pb em monozircão, quando obtiverem uma idade de 1.969 ± 29 Ma, considerada como do posicionamento destes litotipos. Uma idade paleoproterozóica para os litotipos desta mesma região (ortognaisses graníticos) também foi obtida por Kozuch (2003), mediante determinações U-Pb em zircão (2.093 ± 23 Ma).

Ortognaisses de composição granodiorítica, de uma seqüência de ortognaisses e migmatitos que afloram a noroeste de Serra Talhada-PE (**TAP**), foram datados em 2.136 ± 14 Ma (U-Pb em zircão) por Kozuch (2003).

Idade um pouco mais antiga (2.250 ± 24 Ma, U-Pb em zircão) foi também obtida por Kozuch (2003) em ortognaisses granodioríticos da região São José de Caiana (PB), a noroeste da Zona de Cisalhamento Boqueirão dos Cochós. (**TPAB**).

Outras idades paleoproterozóicas estão referidas na literatura (ver Santos 1995, Melo 1998 e Santos *et al.* 2003), no âmbito do Terreno Alto Moxotó (Sul do **TAP**), em litotipos dos complexos Floresta e Sertânia. Em *augen* gnaisses a NW de Parnamirim-PE (oeste da região aqui enfocada), Medeiros *et al.* (1993) também obtiveram idades paleoproterozóicas (Pb-Pb em monozircão).

B) Idades/Associações Litotectônicas Meso-Neoproterozóicas (Steniano-Toniano): o Evento Cariris Velhos

Em componente metavulcânico do Complexo São Caetano (ou Riacho Gravatá ?), aflorante na região de Poço do Salgueiro-PE (porção sul do **TAP**), Santos (1995) obteve uma idade U-Pb em zircão ca. 1,0 Ga e isócrona Rb-Sr de 926 ± 37 Ma.

Determinações geocronológicas consistentes, obtidas em metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá (porção norte do **TAP**), foram inicialmente reportadas por Brito Neves *et al.* (1995) e Van Schmus *et al.* (1995), incluindo idades U-Pb em zircão (1.055 ± 20 Ma) e Rb-Sr em rocha total (948 ± 6 Ma). O valor U-Pb foi interpretado como a idade dos protólitos, enquanto que a idade Rb-Sr foi referida ao metamorfismo regional, em consonância com a interpretação do evento Cariris Velhos como um ciclo orogênico. Uma fonte crustal mesoproterozóica para estas metavulcânicas foi sugerida por Kozuch *et al.* (1997), a partir da obtenção de idades modelo (Sm/Nd) TDM de 1,56 e 1,77 Ga, e valores $\epsilon Nd_{(1,0)}$ de - 5,0 a 0,0.

Reavaliando as determinações geocronológicas supracitadas, e obtendo novas idades U-Pb (em zircão) para as supracrustais do **TAP**, Kozuch (2003) reportou idade de 980 ± 10 Ma (metariolito da Serra do Pinheiro-PB), 970 ± 15 Ma (metatufo riolítico a noroeste de Manaira-PB) e 964 ± 17 Ma (matarolito de Piaus-PB), atribuindo o valor médio de 975 ± 10 Ma (Toniano) para o posicionamento destes litotipos, cujas idades modelo (Sm/Nd) TDM variam entre 1,8 a 1,4 Ga.

As metaplutônicas Cariris Velhos são representadas pelos *augen* gnaisses tipo Ambó/Serra do Machado/Capela (região de São José do Egito-PE, **TAP**) e pela Suíte Recanto/Riacho do Forno (esta última situada na porção sul do **TAP**).

Os *augen* gnaisses de São José do Egito-PE foram inicialmente descritos por Jardim de Sá (1994) como intrusivos em metassedimentos daquela região, tendo reportado uma idade Pb-Pb em monozircão de 927 ± 25 Ma e isócrona Rb-Sr em rocha total de 1.039 ± 32 Ma. Kozuch *et al.* (1997) referem-se a uma idade modelo Sm-Nd (TDM) de 1,78 Ga e $\epsilon Nd_{(1,0)}$ de - 1,1, para os mesmos *augen* gnaisses.

Nas metaplutônicas aflorantes a sul do **TAP**, Santos (1995) descreveu corpos (*sheets*) interpretados como sintectônicos ao evento Cariris Velhos (*augen* gnaiss de Recanto, leste de Floresta-PE), com datação U-Pb (em zircão) de 1.037 ± 30 Ma, idade modelo Sm-Nd (TDM) de 1,6 Ga e $\epsilon Nd_{(1,0)}$ de - 0,7.

Revisando dados anteriores e adicionando novas datações, Kozuch (2003) obteve resultados U-Pb em zircão, para estes *ortognaisses*, de 958 ± 9 Ma (ortognaisse granítico a oeste de Ambó-PB), 941 ± 17 Ma (gnaisse quartzo diorítico a oeste de Imaculada-PB), 926 ± 12 Ma (ortognaisse cinza a oeste de Imaculada-PB), 959 ± 5 (biotita gnaisse a leste de Tavares-PB) e 963 ± 14 Ma (ortognaisse granítico de Serra Talhada-PE), dentre outras. A autora considerou os valores médios de 960 ± 5 e $940\text{--}925\pm 15$ (Toniano) como dois períodos principais para o alojamento destes ortognaisses.

C) Idades/Associações Litotectônicas Neoproterozóicas III (Brasilianas)

Na Formação Santana dos Garrotes (Grupo Cachoeirinha), Kozuch *et al.* (1997) referem-se a uma idade U-Pb em zircão de ca. 730 Ma, sugerindo uma idade neoproterozóica para este complexo (em consonância com sugestões prévias de Silva Filho 1984).

Mais recentemente, tentando determinar a idade das metavulcânicas (metadacitos e metariolitos) desta unidade (Formação Santana dos Garrotes), Kozuch (2003) constatou a presença de zircões herdados, paleoproterozóicos a neoproterozóicos nestes litotipos, obtendo idades U-Pb de 624 ± 3 Ma (MSDW = 1,8, n=2 e forçada para a origem) para metadacitos da região de Santana de Mangeira-PB. Idades Pb^{206}/Pb^{207} de 617 ± 9 Ma e 633 ± 5 Ma foram reportadas para duas frações de zircão de metariolitos da Fazenda Boa Vista-PB, e uma idade mínima de referência, de 600 Ma (U-Pb), é citada para as metafélicas com granada da Fazenda Mocambo-PB.

O plutonismo brasileiro é bastante expressivo na região, tanto no **TPAB** como no **TAP**. Todavia, apenas recentemente é que determinações mais precisas para estes granitóides (U-Pb em zircão) foram reportadas na literatura da região.

Para um grupo de granitóides formados pelos batólitos de Teixeira-PB, Solidão-PE e Serra Branca-PB, Guimarães *et al.* (1998) sugere uma idade de ca. 570 ± 20 Ma. No granito porfítico K-calcioalcalino de Campina Grande-PB, Almeida *et al.* (1997) obtiveram uma idade U-Pb (em zircão) de 581 ± 2 Ma, idades modelo (Sm/Nd) TDM de 1,8 e 1,9 Ga e valores de $\epsilon Nd_{(0,6)}$ de $-12,3$ e $-10,9$. Uma outra determinação U-Pb (em zircão) foi obtida por Guimarães & Silva Filho (1998) para o granitóide de Pajeú-PE, apresentando uma idade de 586 ± 21 Ma e TDM de 2,1 a 2,2 Ga.

Kozuch (2003) também obteve novas idades U-Pb em zircão para granitóides da região, tais como: 619 ± 9 Ma (forçada a origem) para o gabro de Alto Vermelho-PB, 608 ± 8 Ma (forçada a origem) para o granodiorito de Olho d'Água-PB, ambos do **TPAB**. Para o magmatismo brasileiro do **TAP**, a referida autora obteve as idades de 633 ± 75 Ma para o metagabro de Pau Ferro-PB, 618 ± 20 Ma para diques riolíticos intrusivos nos *augen* gnaisses da Serra do Machado-PB, 611 ± 9 Ma (idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) para o granodiorito de Tabira-PB, 574 ± 74 Ma (MSWD elevado=121) no granito de Solidão-PB e 506 ± 4 Ma para o granito de Palmeira-PB.

Idades mais antigas (U-Pb em zircão), em granitóides neoproterozóicos/brasilianos, foram inicialmente reportadas por Guimarães & Silva Filho (1998 e 2000), com valores de 621 ± 14 Ma (Tabira-PE) e 635 ± 5 Ma (Brejinho-PE). Ressalta-se ainda uma idade de 750 ± 20 Ma (U-Pb em zircão), obtida por Santos (1995) para o granitóide de Riacho do Incó-PE (porção sul do **TAP**).

Mais recentemente, Brito Neves *et al.* (2003), apresentaram determinações U-Pb (em zircão) para alguns tipos clássicos de granitóides da Zona Transversal, quando reportaram as idades de 651 ± 15 Ma no granito de Tavares-PB, 635 ± 9 Ma no granodiorito de Conceição-PB, 585 ± 4 Ma para o granito de Itaporanga-PB e 573 ± 45 Ma no granitóide de Catingueira-PB (esta com erro elevado). O primeiro granito pertence ao **TAP**, enquanto que os demais ocorrem no **TPAB**.

- CAPÍTULO III -

OS TERRENOS PIANCÓ-ALTO BRÍGIDA (TPAB) E ALTO PAJEÚ (TAP)

3.1) Introdução e Contextualização Geológica/Tectono-Estratigráfica

Inserida no Domínio da Zona Transversal, porção central da Província Borborema (Figura 3.1), o domínio geológico abordado na presente tese apresenta feições que conduziram alguns autores (incluindo o presente) a caracterizá-los como terrenos tectono-estratigráficos, conforme descrito no capítulo precedente (itens 2.4 e 2.5).

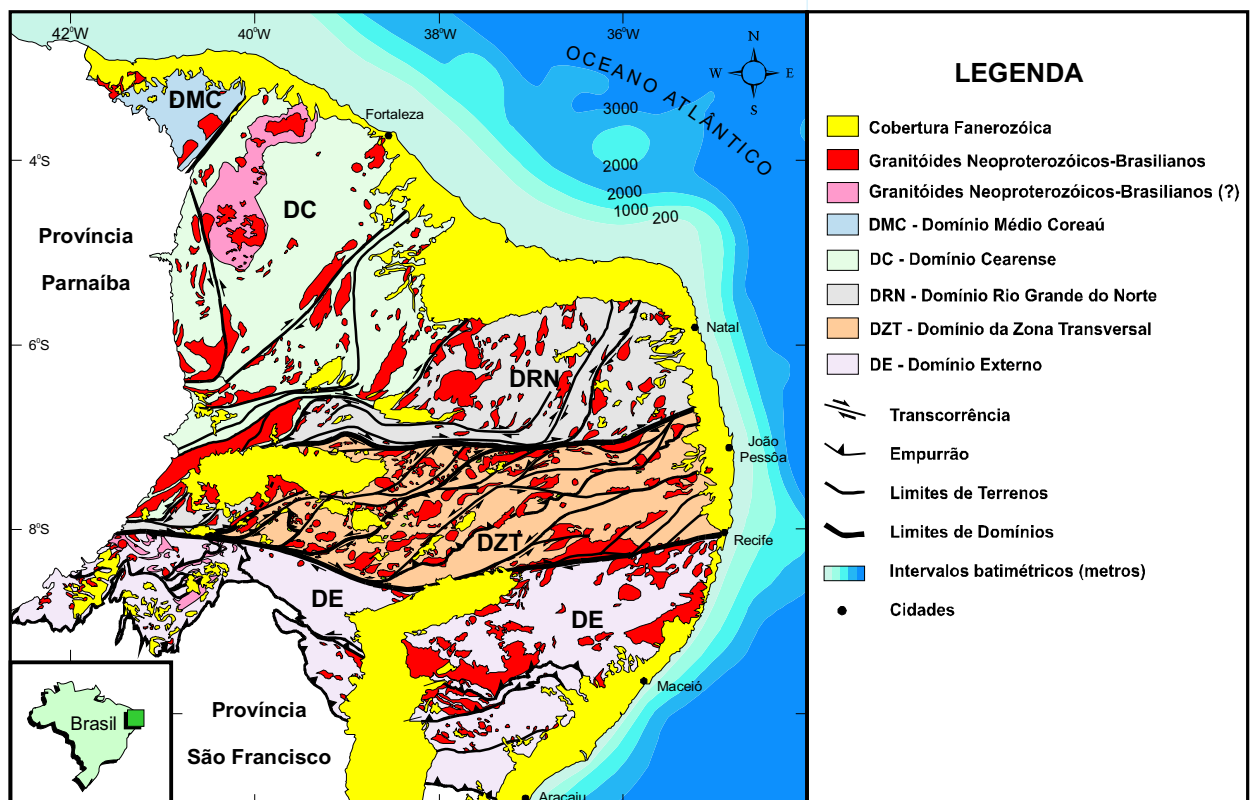


Figura 3.1 - Localização geológica do Domínio da Zona Transversal no contexto da Província Borborema.

As características/feições destes dois terrenos reconhecidos (**TPAB** e **TAP**) serão abordadas neste capítulo a partir de dados de mapeamento de campo e litogeoquímico, com discussões adicionais nos capítulos seguintes. Os questionamentos que se colocam a serem abordados nesta tese incluem:

1) A própria caracterização dos terrenos, que requerem evidências como contrastes entre as suas unidades e evolução geológica, de ordem estratigráfica, tectônica, geocronológica, geofísica, geoquímica, etc.

2) O limite entre estes dois prováveis terrenos: a linha sienítica de Sial (1986) e Ferreira (1986, 1991), esta utilizada por Santos (1995, 1996, 2000) e Santos & Medeiros (1998, 1999) para delimitá-los, ou a Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo, a qual será advogada no presente trabalho (ver também Medeiros *et al.* 2001);

3) Caracterização (mapeamento, cinemática e cronologia) dos cisalhamentos/estruturas dúcteis contracionais (D_1) e transcorrentes (D_2) observados na região, com o intuito de associá-los com estruturas pré, sin ou pós-colagem/sutura dos terrenos, e correlacioná-los com a deformação Cariris Velhos (Esteniano-Toniano) ou Brasileira (Neoproterozóico III);

4) Associado ao item precedente, discutir e caracterizar a natureza do evento Cariris Velhos na região.

3.1.1) Nomenclatura Adotada para as Unidades Estratigráficas Precambrianas

Na região estudada, uma (ou mais) unidade estratigráfica foi referida, na literatura, como diferentes categorias e/ou nomes locais (ver item 2.5), o que demanda uma reavaliação neste texto.

No presente trabalho, os nomes e categoria das unidades litoestratigráficas foram revisados, segundo o Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (CENE/SBG, 1982). De acordo com o referido código, unidades citadas/propostas em trabalhos não publicados e apreciados pela comunidade científica, de uma maneira geral (a exemplo de teses, dissertações e relatórios de empresas), não devem ser consideradas como unidades formais. Entretanto, procuramos aplicar as normas deste código com o intuito de posteriormente formalizar/publicar a nomenclatura/classificação de algumas das unidades estudadas.

Neste enfoque, as supracrustais do **TPAB**, por serem de baixo grau metamórfico, podem ser enquadradas na classificação litoestratigráfica normal, aplicada para as bacias/unidades fanerozóicas brasileiras (obedecendo aos demais

artigos do referido código estratigráfico), sendo então designadas de Grupo Cachoeirinha (nomenclatura já utilizada por Barbosa, 1970), o qual é composto pela Formação Santana dos Garrotes e pela Formação Serra do Olho d'Água (descritas em itens posteriores).

Utilizando as mesmas normas/código, as supracrustais que constituem o **TAP**, por apresentarem grau metamórfico mais elevado (intermediário a alto) e serem constituídas por litotipos muito diversificados (metassedimentos, metavulcânicas félsicas, intermediárias e máficas), com relações estratigráficas e cartográficas difíceis de serem materializadas em escala 1:100.000 ou 1:25.000, foram designadas de Complexo Riacho Gravatá. Estas metasupracrustais foram reconhecidas e mapeadas entre as zonas de cisalhamento Serra do Caboclo e Afogados da Ingazeira (Figura 3.2 e Anexo 1).

Para a maioria dos corpos plutônicos (metamorfisados ou não) procurou-se utilizar a designação tradicional da região, em consonância com o supracitado código de nomenclatura estratigráfica, considerando que são termos/nomes bem aplicados e consagrados na literatura.

Outras denominações utilizadas no presente trabalho foram aplicadas de maneira informal (tipo Complexo Serra Talhada, Complexo Afogados da Ingazeira, ortognaisse de Piancó e paragnaisse de Bom Jesus), pela falta de dados/argumentos para classificá-los formalmente.

Nesta proposta, o **TPAB** seria constituído principalmente por uma seqüência metavulcanossedimentar (Grupo Cachoeirinha, predominantemente metassedimentar), em parte intrudida por granitóides neoproterozóicos/brasilianos, e um segmento menor mais a norte (próximo à Zona de Cisalhamento Patos), formado pelos ortognaisse de Piancó e paragnaisse de Bom Jesus. O **TAP** seria formado essencialmente por uma seqüência metavulcanossedimentar (Complexo Riacho Gravatá) intrusiva por granitóides de idade Cariris Velhos e Brasiliana, apresentando os núcleos paleoproterozóicos/complexos de Serra Talhada-PE e Afogados da Ingazeira-PE (Figura 3.2 e Anexo 1).

3.2) Unidades Estratigráficas do TPAB

Na região estudada, o **TPAB** é caracterizado pela presença das supracrustais neoproterozóicas do Grupo Cachoeirinha (formações Santana do Garrote e Serra do

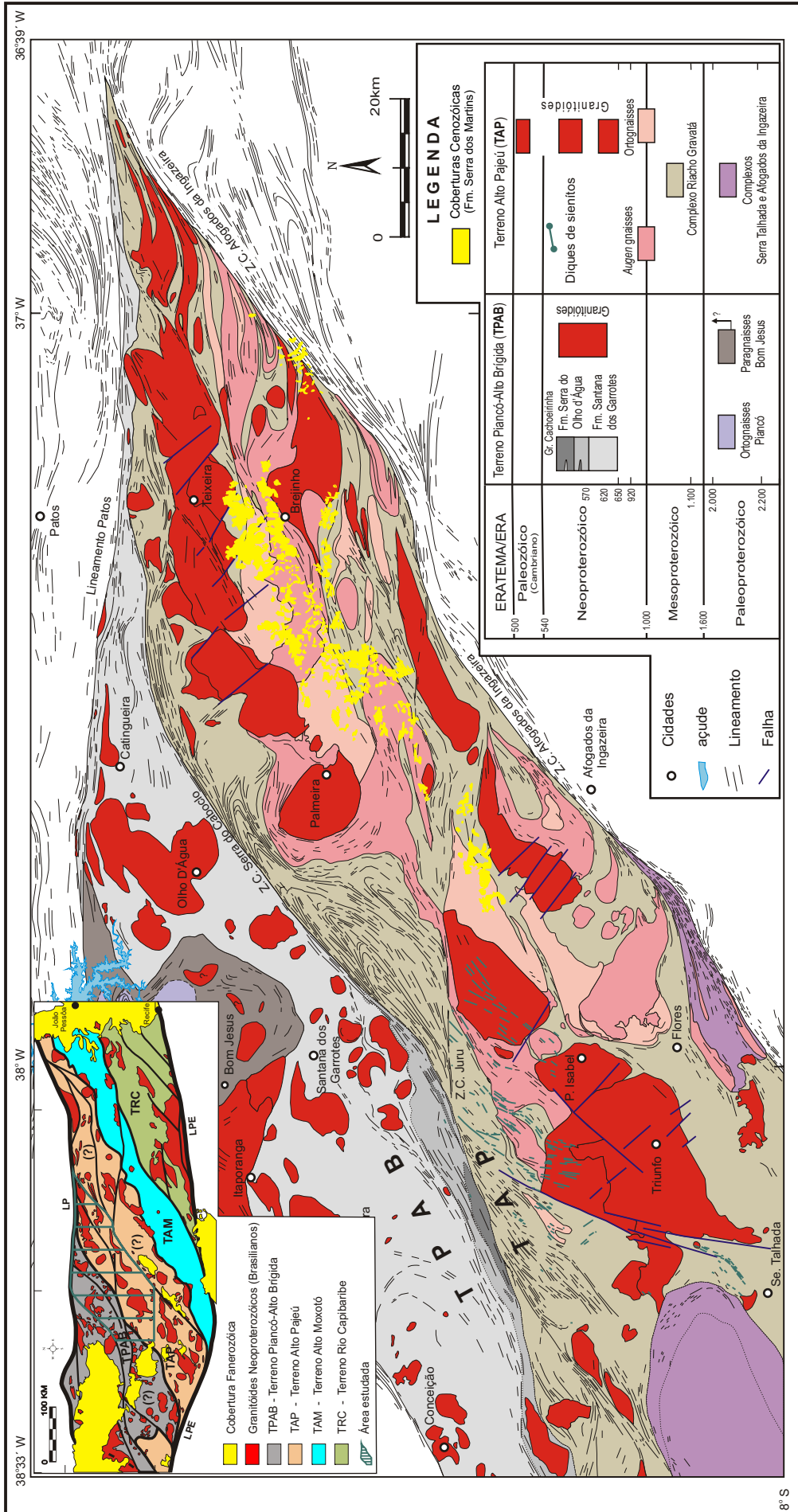


Figura 3.2 - Esboço geológico da região estudada (região limítrofe entre o TPAB e o TAP). Ver Anexo 1 para maiores detalhes.

Olho d'Água), as quais afloram a norte da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo, e são intrudidas (no caso, a Formação Santana dos Garrotes) por corpos plutônicos brasileiros (geralmente granodioritos e granitos, álcali-feldspato sienitos e, mais raramente, gabros e dioritos), conforme ressaltado nas figuras 3.2, 3.3 e 4.13 e no Anexo 1.

Os ortognaisses migmatíticos de Piancó e os paragnaisses de alto grau metamórfico de Bom Jesus também fazem parte do **TPAB**, constituindo uma unidade mais antiga (em relação ao Grupo Cachoeirinha, todavia com relacionamento incerto (blocos alóctones ou núcleos de embasamento ?)).

3.2.1) Ortognaisses de Piancó

Nas adjacências e a NW da cidade de Piancó-PB (porção NW da área de trabalho), ocorre uma faixa de ortognaisses e gnaisses bandados migmatizados, aqui referidos, informalmente, de *ortognaisses de Piancó*. São rochas polimetamórficas, envolvendo protólitos ortognáissicos de alto grau (fácies anfíbolito), migmatizados em um evento mais jovem.

Tais litotipos faziam parte do Grupo Bom Nome no conceito de Silva Filho (1984), foram inseridos (e não individualizados) na seqüência Piancó descrita por Bittar (1998), e foram individualizados como uma unidade do Complexo Piancó na concepção de Gomes (1998).

Os ortognaisses possuem composição granítica, granodiorítica ou tonalítica, apresentando coloração acinzentada e granulação média. Os gnaisses bandados apresentam bandas escuras (anfíbolíticas e/ou dioríticas), alternadas com bandas claras de composição tonalítica (Prancha 3.1).

A idade de 2.250 ± 24 Ma (U/Pb em zircão) obtida por Kozuch (2003) para gnaisses granodioríticos de São José de Caiana-PB (25 Km a oeste-noroeste de Itaporanga-PB), a noroeste da Zona de Cisalhamento Boqueirão dos Cochos e geralmente admitidos como parte integrante deste complexo, reforça o modelo em que os ortognaisses de Piancó constituam uma unidade mais antiga que o Grupo Cachoeirinha. Tendo em vista a inexistência de uma caracterização adequada das relações de contato entre estas unidades (provavelmente alóctones), a conotação de embasamento não pode ser assumida senão com ressalvas, para os ortognaisses de Piancó.



Prancha 3.1 - Fotografias de campo ressaltando as feições/aspectos de afloramento (PC-311) dos ortognaisses migmatíticos de Piancó-PB. Os níveis escuros correspondem a porções com composição diorítica (DI) ou anfibolítica (ANF). Diques de pegmatitos brasileiros (PG) intrudem discordantemente nestes gnaisses.

3.2.2) Grupo Cachoeirinha - Formação Santana dos Garrotes

A Formação Santana dos Garrotes representa a porção “basal”, o principal constituinte, do Grupo Cachoeirinha. A mesma apresenta contato gradacional, em direção ao topo (que corresponde à porção sul, aflorante no setor situado entre a localidade de Riachão, 5 km a sul de Santana de Mangueira-PB, e a sul de Curral Velho/Nova Olinda-PB) com a Formação Serra do Olho d’Água (Figura 3.3 e Anexo 1).

A Formação Santana dos Garrotes é composta por pacotes de metaturbiditos, predominantemente metarenitos finos e metapelitos (representados por filitos, sericita xistos e micaxistos), além de delgados (espessura métrica a submétrica) níveis de metavulcânicas ácidas (Prancha 3.2) e, menos comumente, intermediárias, além de formações ferríferas, metacarbonatos (mármore) e raros níveis, com espessuras centimétricas, de metaconglomerados monomíticos (seixos de quartzo).

Os metapelitos e metarenitos finos são representados por biotita-muscovita xistos e filitos com sericita e clorita, com alternância de delgados níveis (centimétricos) quartzosos e micáceos. Quando preservado, o acamamento é regular e contínuo; em alguns afloramentos, é possível reconhecer feições de estratificação rítmica ou gradacional, preservadas do *strain* e recristalização (Prancha 3.2). Tais feições, a composição dos metassedimentos e seu arranjo em um pacote monótono e espesso (não é possível quantificar espessuras, que devem ser de ordem pluriquilométrica), são consistentes com depósitos de turbiditos distais. Cristais de granada (geralmente com menos de 2mm de diâmetro) e/ou porfiroblastos alinhados de biotita (atingindo 0,5 cm) podem ser observados nos níveis aluminosos, em algumas regiões.

Em setores mais restritos, como na região de Catingueira-PB, são observados xistos porfiroblásticos, contendo cristais de granada, estauroлита e/ou cordierita (que atingem 1 a 2 cm de comprimento), por vezes silimanita. Esta mineralogia constitui uma auréola de metamorfismo de contato provocado pelo granitóide alcalino de Catingueira-PB. Este fato foi descrito desde a década de 70 (Cunha 1976 e Beurlen *et al.* 1978) e referidos em trabalhos posteriores, tais como Silva Filho *et al.* (1985) e Galindo & Sá (2000).

As metavulcânicas félsicas apresentam espessuras métricas a decimétricas, geralmente afinadas e/ou boudinadas tectonicamente, representando derrames e/ou soleiras intercalados na seqüência sedimentar. As mesmas foram encontradas, principalmente, ao longo da porção sul (topo) desta unidade, numa faixa com cerca de 4 km de largura aflorante.

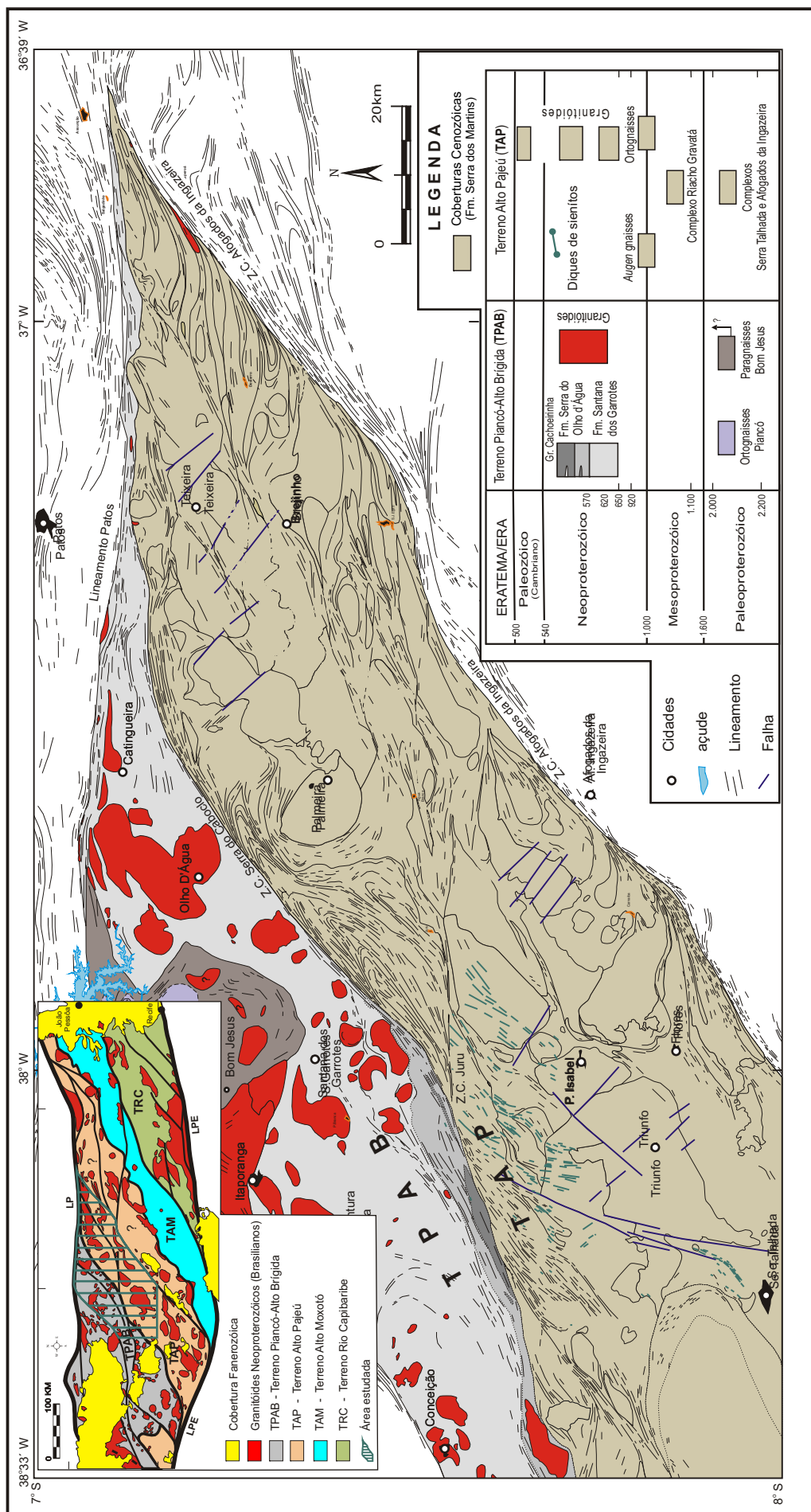
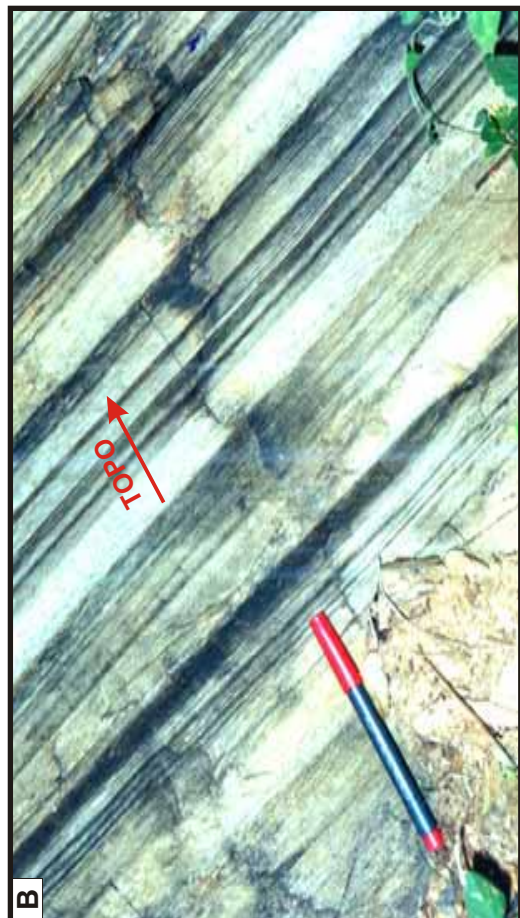


Figura 3.3 - Esboço geológico da região estudada, ressaltando as unidades geológicas do TPAB. Ver Anexo 1 para maiores detalhes.



Prancha 3.2 - Fotografias de campo ressaltando as feições/aspectos de afloramento da Formação Santana dos Garrotes. A) Acamamento (S_0) dos metaturbiditos no afloramento PC-39; B) metaturbiditos do afloramento PC-174, apresentando estratificação gradacional ascendente (indicando topo normal para sul); C) metapelitos (MP) do afloramento PC-417, com níveis/soleiras de metavulcânicas félsicas/riolíticas (MR).

Estas metavulcânicas félsicas correspondem a metariolitos e metadacitos (Figura 3.4), sendo constituídas essencialmente por quartzo, feldspato, biotita e, mais raramente, muscovita e clorita. Apresentam uma granulação fina, geralmente com alguns cristais microporfíricos de quartzo e/ou feldspato, atingindo 2 a 3 mm de comprimento.

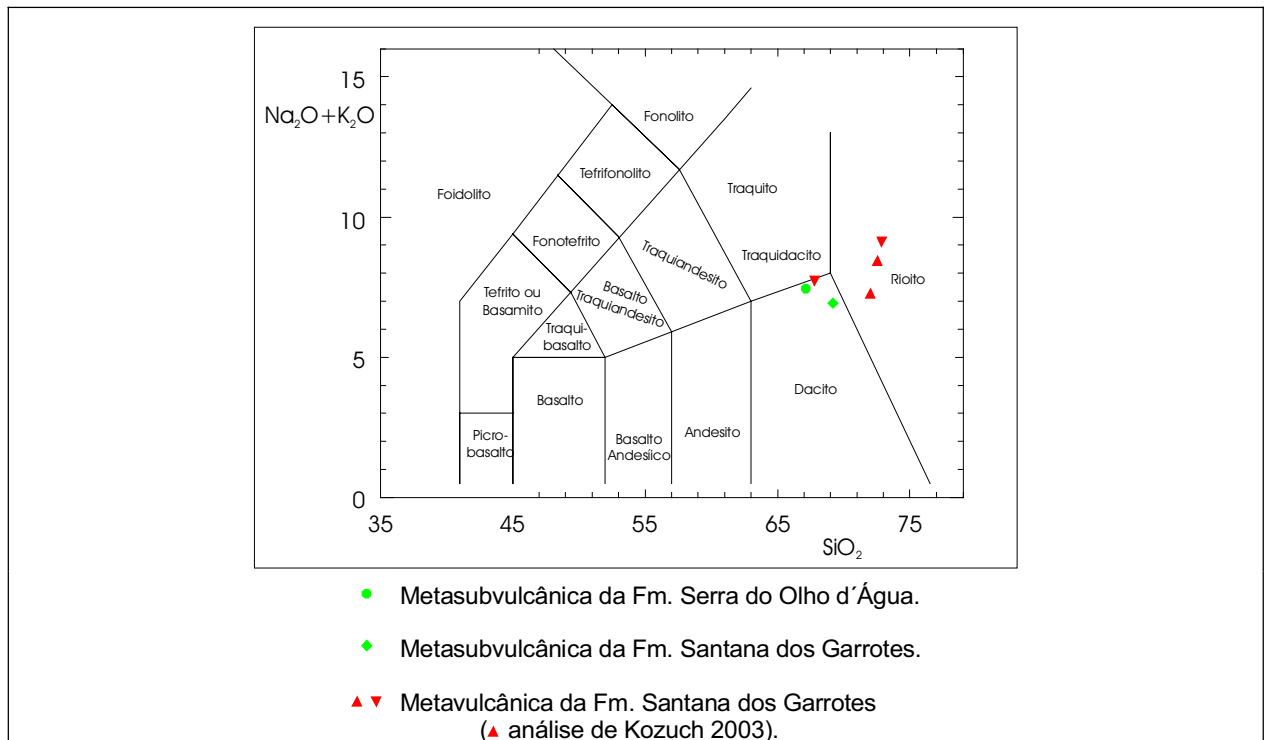


Figura 3.4 - Diagrama (SiO_2 vs. $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) para nomenclatura das metavulcânicas/subvulcânicas do Grupo Cachoeirinha, segundo diagrama proposto por Le Maitre (1989).

Apesar do número reduzido de análises obtidas no presente trabalho e na bibliografia (5 no total, incluído uma análise de metadacito subvulcânico, descrito a seguir), as mesmas indicam assinatura geoquímica de termos subalcalinos/calcioalcalinos, peraluminosos de médio a alto potássio, compatíveis com ambiente tipo arco ou colisional (Figura 3.5).

Metatufos de composição intermediária, metavulcânicas intermediárias-básicas, além de metavulcânicas/subvulcânicas félsicas (metadacitos, Figura 3.4), foram mapeados na região a sul de Catingueira-PB por Fernandes (1995) e corroborados no presente trabalho. Uma amostra do metadacito (subvulcânico) foi analisada geoquimicamente, apresentando similaridades com as metavulcânicas félsicas descritas acima (Figura 3.5).

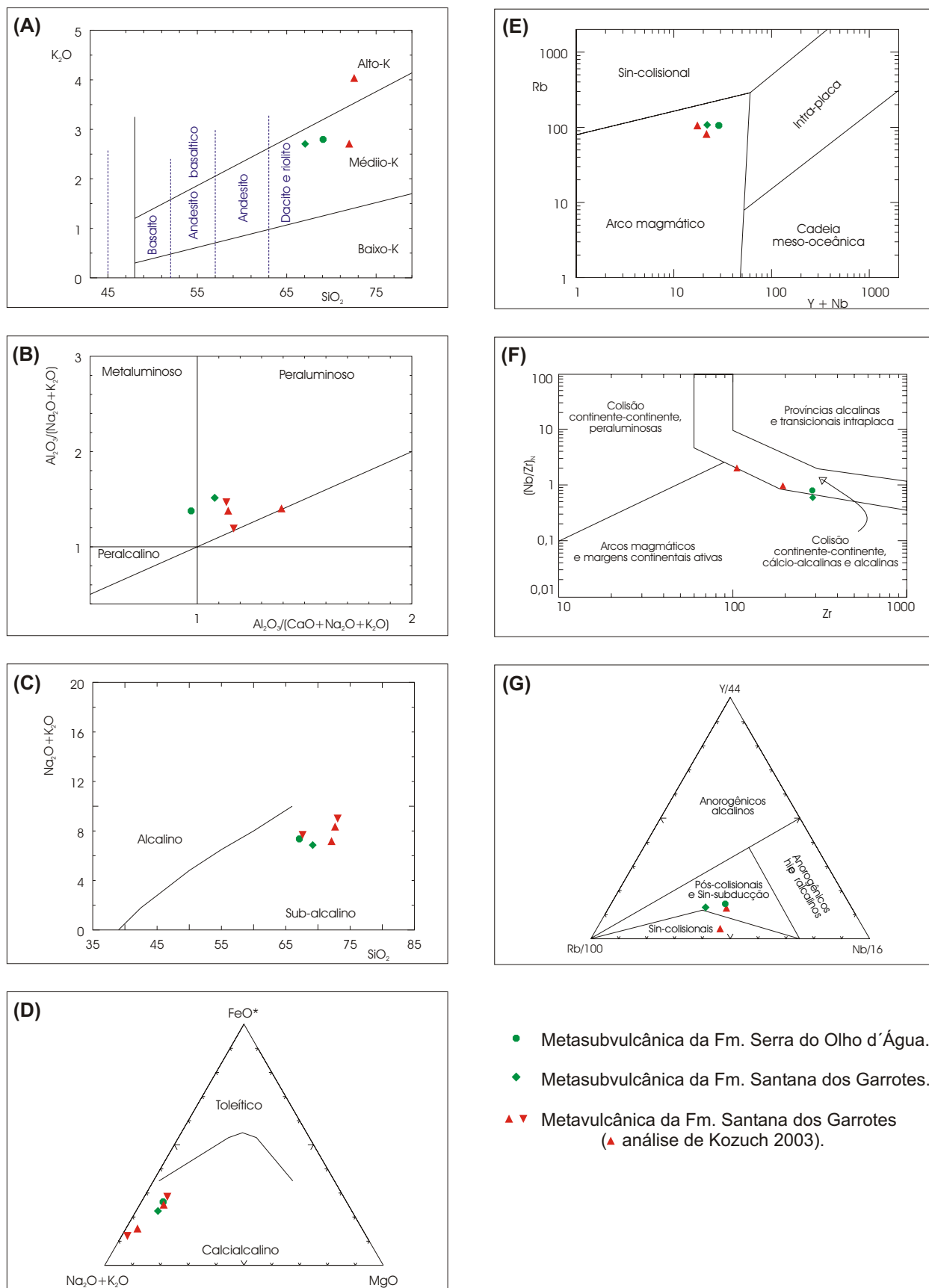


Figura 3.5 - Assinatura geoquímica das metavulcânicas/subvulcânicas do Grupo Cachoeirinha, utilizando diagramas de classificação química propostos por: A) Le Maitre (1989); B) Maniar & Piccoli (1989); C e D) Irvine & Baragar (1971); E) Pearce *et al.* (1984); F) Thiéblemont & Tégy (1994); G) Thiéblemont & Cabanis (1990).

Na região a NW de Pitombeira-PB (8 km a NE de Nova Olinda-PB), foi observado um nível (com cerca de 0,5 m de espessura) contínuo de formação ferrífera, a qual é constituída essencialmente por hematita, magnetita e quartzo, apresentando granulometria média. O grau de intemperismo e alteração da rocha não permitiram uma descrição mais detalhada. Entretanto, em outras regiões do **TPAB** (ver Silva Filho *et al.* 1985), tais litotipos são referidos como metacherts.

Com relação ao metamorfismo, a Formação Santana dos Garrotes atingiu a fácies xisto verde baixo a intermediário, com geração de cloritas, micas e, mais raramente, pequenos cristais de granada (<2 mm). Na região de Catingueira-PB, conforme já referido, os xistos desta unidade chegam a apresentar paragêneses com granada, estaurolita, cordierita e silimanita, em função do metamorfismo térmico provocado por um plúton granitóide peralcalino.

As feições estruturais polifásicas (dobras, foliações e lineações) compondo duas fases de deformação (D_1 e D_2), desta seqüência serão abordadas no item 3.4.

3.2.3) Grupo Cachoeirinha – Formação Serra do Olho d'Água

A Formação Serra do Olho d'Água constitui a porção superior (topo) do Grupo Cachoeirinha, aflorando como uma faixa contínua ao longo do limite sul deste grupo, acompanhando a Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo. O contato norte desta seqüência, com os filitos da Formação Santana dos Garrotes (base do Grupo Cachoeirinha), é gradacional, enquanto que ao sul o contato é marcado por milonitos/filonitos, principalmente derivados do Complexo Riacho Gravatá, soerguidos/deslocados por transpurrão (transcorrência oblíqua) dextral ao longo da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo.

A Formação Serra do Olho d'Água é constituída por metapelitos e metarenitos (base da formação e porção norte da sua área de ocorrência), os quais gradam para metaconglomerados polimíticos/polimodais no topo e porção sul da unidade, correspondendo a depósitos turbidíticos proximais. O acamamento mergulha predominantemente para sul; feições de estratificação gradacional, com topo normal permitem inferir sua posição no topo dos filitos da Formação Santana dos Garrotes (o que também é confirmado pela ocorrência abundante de clastos destes últimos), com os quais se interdigitam. Por outro lado, e ao contrário dos filitos sotopostos (Formação Santana dos Garrotes), não foram observadas situações de inversão estratigráfica

(provocadas pela deformação D_1 ; ver item 3.4), o que conduz a interpretar uma idade mais jovem, e um regime de deposição sintectônico (sin- D_2), para esta seqüência.

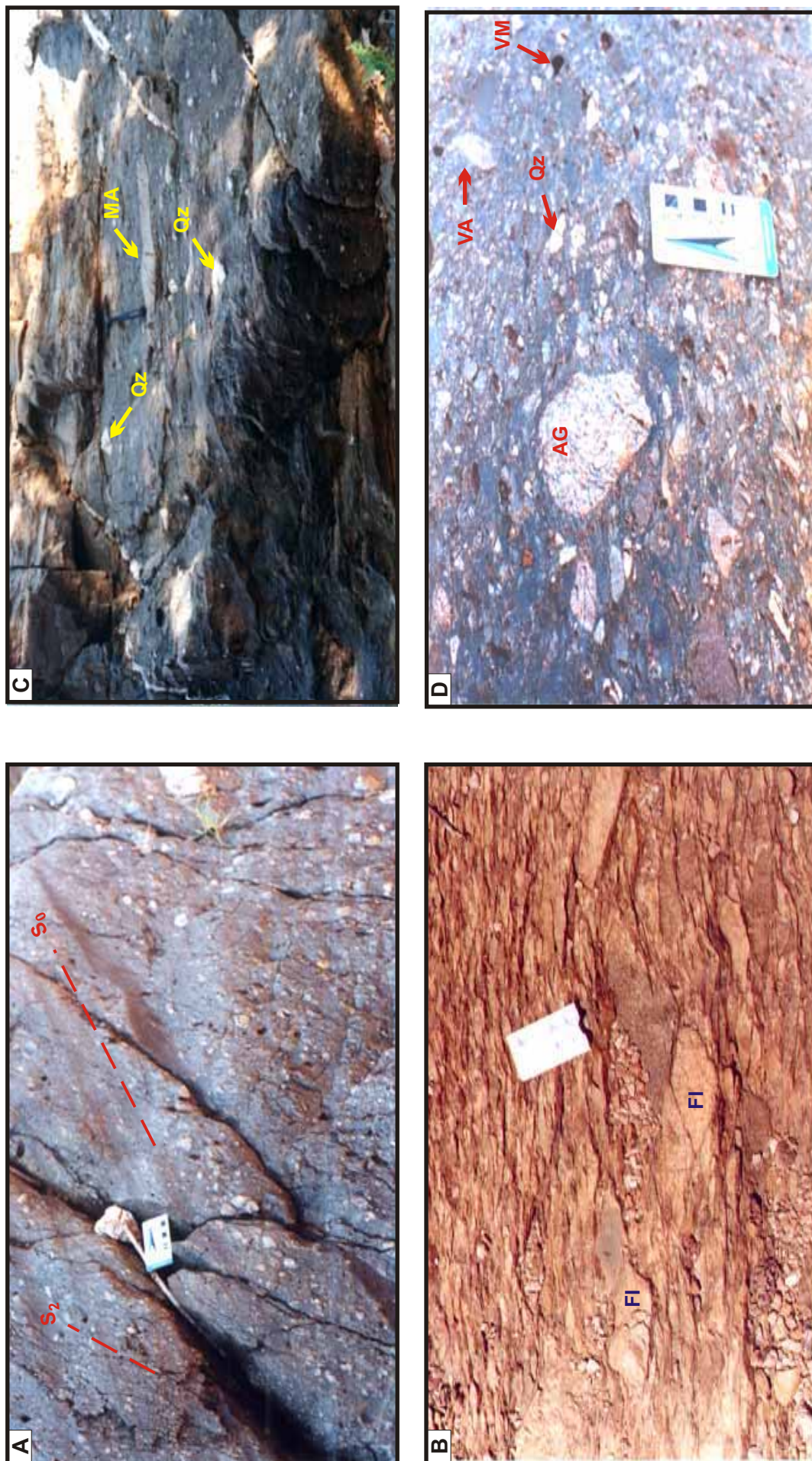
Na região estudada, a espessura (aparente/aflorante) desta formação atinge 4 km, onde os metaconglomerados representam 2 km de seção em sua área de maior espessura. Estes valores devem ser considerados como estimativas mínimas, tendo em vista que o topo da formação deve ter sofrido erosão e sido fatiado/transposto pela Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo.

Os clastos dos metaconglomerados variam de seixos a matacões (comprimento maior variando de 0,5 cm a 1 m), de quartzo, filitos, metarenitos, metavulcânicas/subvulcânicas félsicas, metavulcânicas intermediárias e máficas, metachert, mármore, *augen* gnaisses, metagranitóides e raros gnaisses bandados (Prancha 3.3). Esta assembléia identifica o Complexo Riacho Gravatá, a Formação Santana dos Garrotes e metagranitóides (dentre outras) como área(s)-fonte(s) desta unidade.

Ao contrário das supracrustais da Formação Santana dos Garrotes, e aquelas que compõem o **TAP**, descritas a seguir (Complexo Riacho Gravatá, além de ortognaisses), a Formação Serra do Olho d'Água exibe um *fabric* simples, foliação de mergulho forte a intermediário, com *trend* ENE, e lineação de estiramento/mineral com *rake* baixo a intermediário (em geral para leste-nordeste), associado ao evento de transcorrência ou transpurrão dextral.

Nos litotipos da Formação Santana dos Garrotes e do Complexo Riacho Gravatá, esse *fabric* corresponde a um evento mais jovem (D_2), superimposto a dobras recumbentes e estruturas tangenciais com transporte para NW (D_1), ausentes na Formação Serra do Olho d'Água.

Uma rocha metasubvulcânica félsica (metadacito, Figura 3.4), subconcordante com o acamamento (S_0) destes metaconglomerados (Prancha 3.4), foi observada a NE (3 km) da localidade de Água Branca (7 km a SSE de Curral Velho-PB). Esta metasubvulcânica apresenta cristais de feldspato e *olhos* de quartzo, por vezes atingindo 4 mm de comprimento, imersos numa matriz fina que apresenta uma foliação relacionada à deformação D_2 regional. Uma amostra deste litotipo foi analisada geoquimicamente, exibindo similaridades com as metavulcânicas da Formação Santana dos Garrotes (Figura 3.5).



Prancha 3.3 - Feições de campo dos metaconglomerados da Formação Serra do Olho d'Água, observadas nos afloramentos PC- 278 (A), PC-30 (B), PC-277 (C) e PC-276 (D), ressaltando o acamamento S_0 (fotografia A) e seixos e/ou matacões de composições variadas: quartzo (Qz), filitos (FI), metarenitos (MA), metavulcânicas máficas (VM), metavulcânicas ácidas (VA) e augen gnaisse (AG).



Prancha 3.4 - Fotografias da Formação Serra do Olho d'Água no afloramento PC-149 (3 km a NE de Água Branca-PB), apresentando uma metasubvulcânica félsica (MV) subconcordante com os metaconglomerados (MC) da unidade (A). B) Detalhe do contato entre a metasubvulcânica e o metaconglomerado, este último contendo seixos de quartzo (Qz).

3.2.4) Paragnaisses de Bom Jesus

Nas adjacências da localidade de Bom Jesus (13 km a NW de Itaporanga-PB), afloram metassedimentos (dominantemente metapelitos) em alto grau, posicionados (cartograficamente) entre os ortognaisses de Piancó (ver item 3.2.1) e a Formação Santana dos Garrotes (ver item 3.2.2). Em mapeamentos prévios tais metapelitos foram considerados como pertencente ao Grupo Jucurutu (Lima *et al.* 1980), ao Grupo Bom Nome (Silva Filho 1984), à Seqüência Piancó (Bittar 1998) e ao Complexo Piancó (Gomes 1998).

Todavia, mapeamentos e perfis geológicos em várias localidades, desde o setor Piancó-Patos (PB) até os arredores de Pocinhos-Remígio (PB), mais a leste (Araújo 1995, Trindade 1995 e Nascimento 1998a,b e 2000, incluindo Jardim de Sá 1994), permitiram interpretar estes metassedimentos como equivalentes, em alto grau metamórfico, de supracrustais que podem pertencer ao Grupo Seridó ou ao próprio Grupo Cachoeirinha (porção basal ?).

Na região de estudo, estes metassedimentos são constituídos por micaxistos que podem conter cordierita, silimanita e/ou granada, geralmente em fácies anfibolito, podendo atingir a anatexia/migmatização (Prancha 3.5). Também ocorrem níveis de metacarbonato (mármore) e de anfibolitos.

É comum a presença de muscovita-biotita granitos de granulação média a grossa, formando níveis centimétricos a decimétricos, paralelizados à foliação principal dos paragnaisses (S₁).

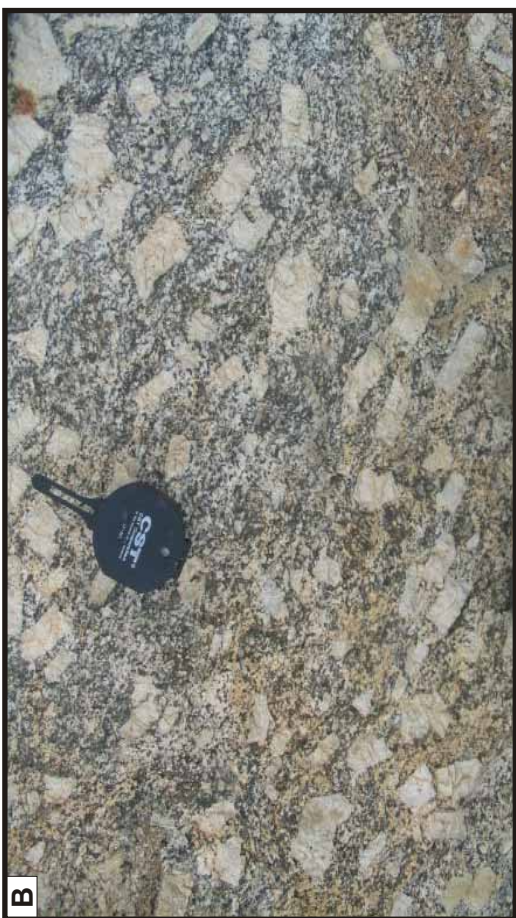
3.2.5) Granitóides Neoproterozóicos (Neoproterozóico III)

Os granitóides neoproterozóicos do **TPAB** estão relacionados à orogênese brasileira, sendo caracterizados pela ausência de um *fabric* tectônico (lineação/foliação) penetrativo ou, quando estruturados, sua assinatura é correlacionável à tectônica transcorrente (evento D₂) cuja idade neoproterozóica pode ser assumida com segurança.

Assim definidos do ponto de vista estrutural, os granitóides do **TPAB** são classificados como calcioalcalinos (tipo Conceição), K-calcioalcalinos (tipo Itaporanga) e peralcalinos (tipo Catingueira), além de raros litotipos gabróicos, cujas feições principais estão apresentadas/sumarizadas na Tabela 3.1 e Prancha 3.6.



Prancha 3.5 - Fotografias de campo (PC-309) ressaltando as feições de afloramento dos paragnaisses migmatíticos de Bom Jesus. A) Visão geral do afloramento; B) detalhe da fotografia anterior. Observar a disposição dos neossomas, subparalelos ou oblíquos à foliação principal (S_1/S_2). Ver discussão no texto.



Prancha 3.6 - Fotografias de granitóides tardi-brasileiros do **TPAB**. A) Granodiorito calcioalcalino tipo Conceição; B) granito porfirítico tipo Itaporanga, com fenocristais de K-feldspato atingindo 10 cm; C) visão geral do sienogranito de Catingueira-PB.

Tabela 3.1 - Principais características/litotipos das suítes plutônicas neoproterozóicas (brasilianas) do **TPAB**.

SUITES	LITOTIPOS	EXEMPLOS	REFERÊNCIAS
K-Calcicalina (tipo Itaporanga).	Granitos e quartzo monzonitos porfíricos, com enclaves/fácies máficos, constituídos por dioritos/quartzo dioritos e monzonitos equigranulares finos, de coloração cinza escura.	Itaporanga-PB. Sa.Lagoinha-PB. Bodocó-PE.	Sial (1986). Mariano (1989). McMurry (1991). Sobreira (1995).
Calcicalina (tipo Conceição).	Biotita granodioritos e/a tonalitos, apresentando granulação média (por vezes com fácies porfíricas).	Conceição-PB. Emas-PB. Boa Ventura-PB. Pedra Branca-PB.	Sial (1986). Goist (1989). Cunha (1994).
Peralcalina (tipo Catingueira).	Aegirina-augita sienogranitos, com monzogranitos subordinados., finos a médios (localmente microporfíricos).	Catingueira-PB.	Ferreira (1986). Galindo & Sá (2000).
Gabros.	Anfibólio gabros apresentando granulação grossa.	Alto Vermelho-PB.	Silva Filho <i>et al</i> (1985). Bittar (1998).

No presente trabalho, foi observado que alguns corpos de biotita granodioritos com granulação média, até então considerados como sin a tardi-transcorrências brasilianas (D₂, “tipo Conceição”) apresentam, mesmo que discretamente, uma foliação de baixo ângulo, associada com critérios de transporte para NW (Prancha 3.7), uma assinatura sugestiva da impressão do evento D₁ (granitóides sin/tardi D₁) nestas rochas (ver item 3.4). Sua composição mineralógica é similar à dos granodioritos tipo Conceição (quartzo e plagioclásio, com pouca biotita e K-feldspato); todavia, não foi observada, nos mesmos, a presença dos *clots* de anfibólio, comumente referidos na literatura para aquela suíte plutônica.

Tendo em vista este contexto tipológico e estrutural, com feições correlacionadas às dos granitóides transcorrentes brasilianos (tipo Conceição), e/ou a presença de um *fabric* tangencial (geralmente referido na literatura como associado ao evento Cariris Velhos), tais granitóides foliados foram escolhidos para estudos geocronológicos pelo método U/Pb em zircão (ver Capítulo 5).

3.3) Unidades Estratigráficas do TAP

Na região do **TAP** enfocada no presente trabalho, ocorrem litotipos dos complexos Serra Talhada (ortognaisses e gnaisses bandados), Afogados da Ingazeira e Riacho Gravatá (metavulcanossedimentar), além de metaplutônicas Cariris Velhos e granitóides neoproterozóicos-brasilianos. Na cartografia geológica, ainda devem ser



Prancha 3.7 - Fotografias mostrando os aspectos de campo/afloramento de um biotita granodiorito foliado do neoproterozóico III do **TPAB**. A) Pedreira a sul de Curral Velho-PB (PC-142); B) região de contato do granodiorito da foto A, concordante com o *fabric* das supracrustais da Formação Santana dos Garrotes (PC-143). GD = granodiorito, FSG = Formação Santana dos Garrotes.

referidas as coberturas cenozóicas, pelo menos em parte, correlacionáveis à Formação Serra dos Martins (figuras 3.2, 3.6 e 4.14 e no Anexo 1).

3.3.1) Complexos Serra Talhada e Afogados da Ingazeira

A noroeste-oeste da cidade de Serra Talhada-PE, ocorre um bloco de ortognaisses e migmatitos, bordejado por gnaisses bandados, metamáficas e metapiroxenitos, constituindo os litotipos principais do Complexo Serra Talhada.

Os ortognaisses possuem textura granoblástica média, apresentando composição granítica a tonalítica (com biotita e anfibólio), nos quais observam-se porções que atingiram a anatexia (Prancha 3.8A), gerando rochas migmatíticas.

Ortognaisses granodioríticos desta unidade localizados a cerca de 13 km a noroeste de Serra Talhada (PE), forneceram uma idade (U-Pb em zircão) de $2.136. \pm 14$ Ma (Kozuch, 2003).

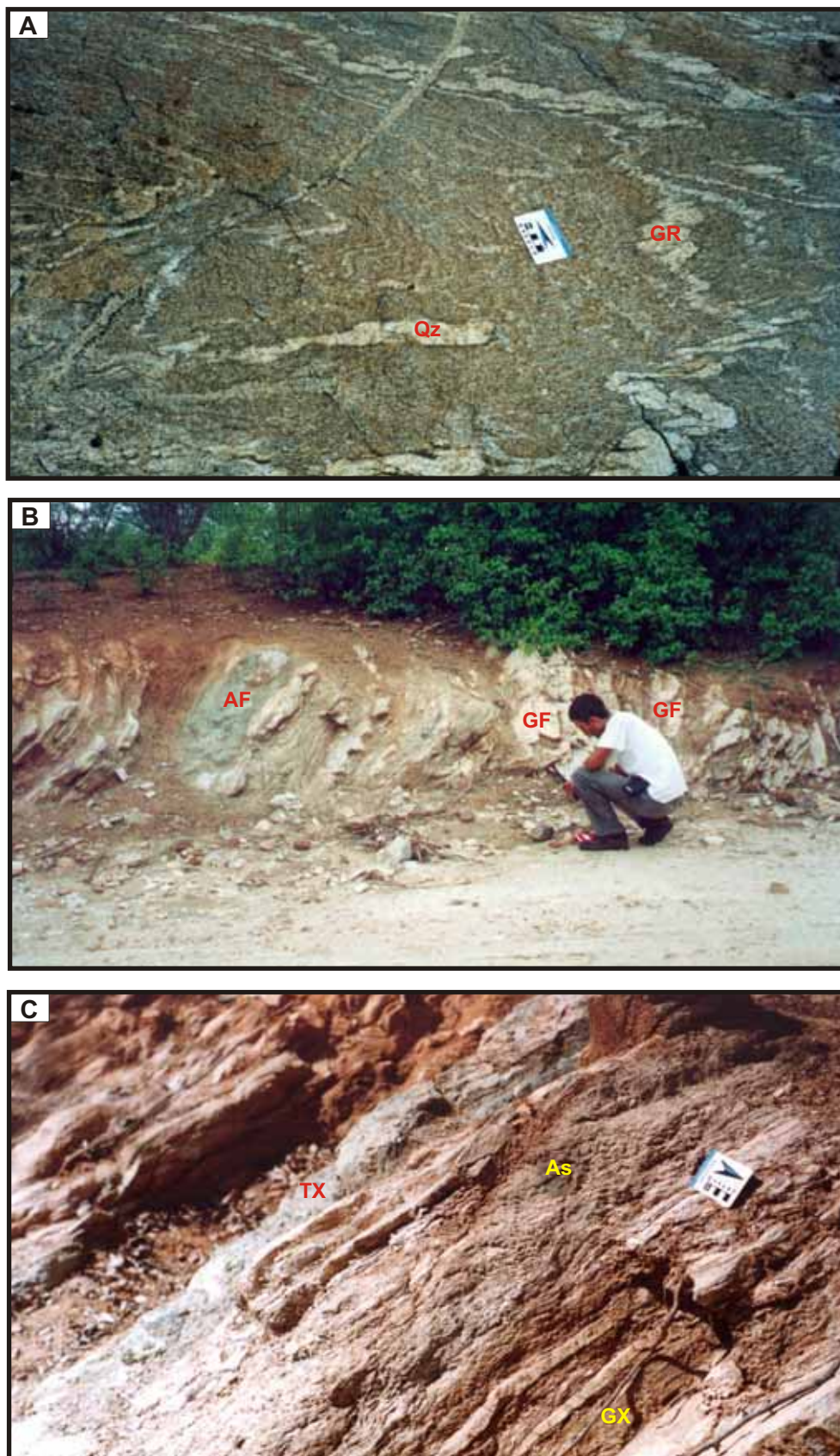
Os gnaisses bandados do Complexo Serra Talhada apresentam intercalações de anfibolitos (com plagioclásio e anfibólio), metamáficas (metadioritos), meta-ultramáficas (serpentinitos por vezes com asbesto) e granada-biotita xistos/gnaisses (Prancha 3.8B,C).

As metamáficas e metapiroxenitos ocorrem na forma de blocos (geralmente intemperizados), inseridos na região dos gnaisses bandados ou como bandas/níveis intercaladas em biotita xistos/gnaisses, biotita-anfibólio gnaisses, e mais raramente granada-biotita xisto.

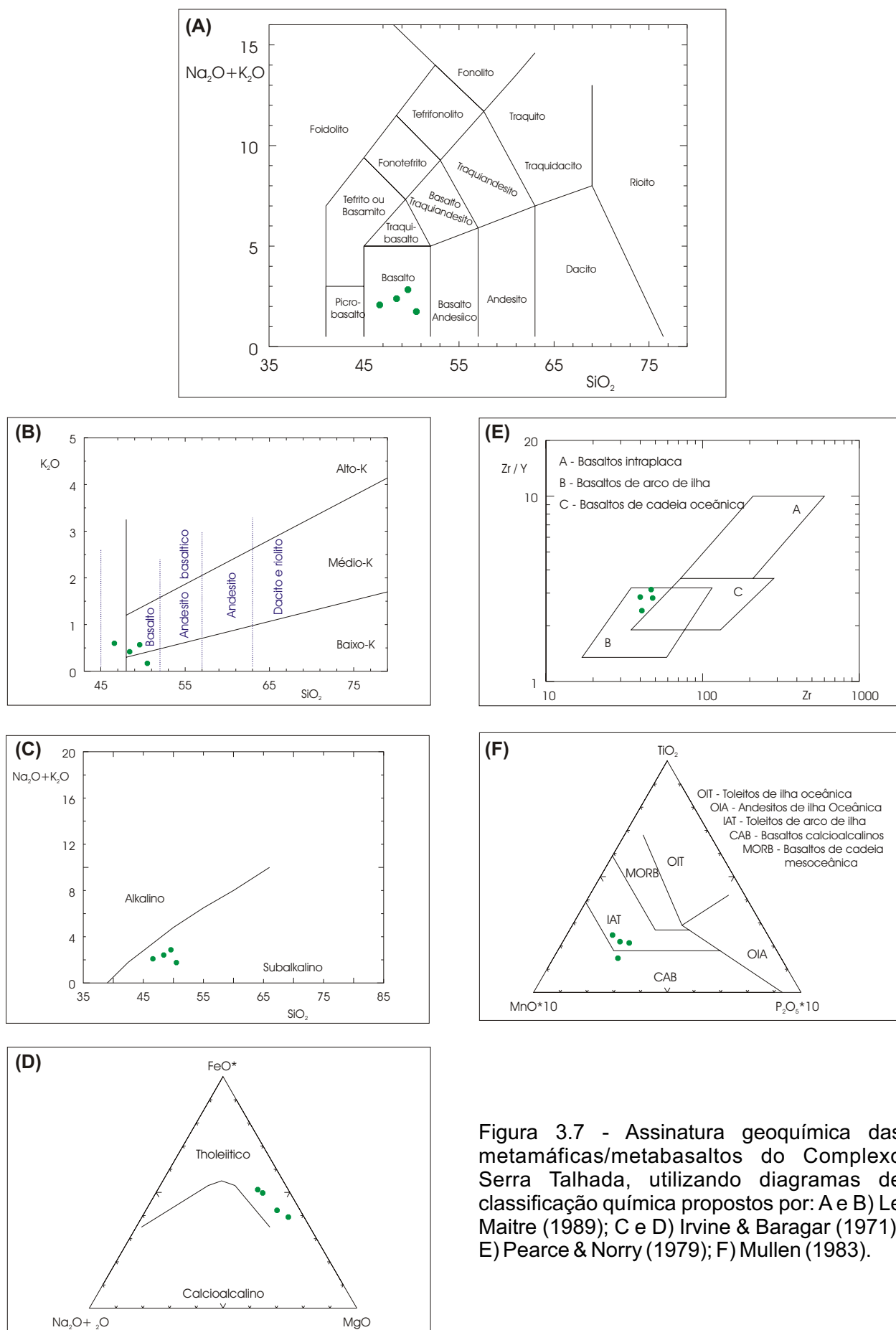
As rochas metamáficas são classificadas geoquimicamente como metabasaltos subalcalinos de médio a baixo K (com ressalvas ao número reduzido de análises obtidas – quatro, em função do alto grau de intemperismo das amostras), representantes pouco evoluídos de uma série toleítica, provavelmente de ambiente de arco de ilha (Figura 3.7).

Apesar da ausência de dados geocronológicos/isotópicos, os litotipos do Complexo Riacho da Barreira, referidos por Santos (2000) e, situados no extremo sudoeste da região aqui estudada, também podem ser correlacionados com os gnaisses bandados do Complexo Serra Talhada.

Tal sugestão baseia-se na presença de metapelitos/gnaisses bandados e metamáficas-metaultramáficas nestes dois complexos, cujos ortognaisses seriam de idade paleoproterozóica. Associado às similaridades litológicas supracitadas, ressalta-se a continuidade cartográfica entre as unidades referidas no momento, permitindo



Prancha 3.8 - Fotografias ressaltando os aspectos de campo dos ortogneisses e gnaisses bandados do Complexo Serra Talhada (NW de Serra Talhada-PE). A) Ortogneisse granítico fino a médio, dobrado, com injeções/mobilizados graníticos (GR) e quartzo (Qz) no afloramento PC-125; B e C) gnaisses bandados no afloramento PC-109. Anfibolito (AF), gnaiss félsico (GF), granada-biotita xisto com silimanita (GX), talco xisto (TX), nível de asbesto (As).



correlacionar os litotipos do Complexo Riacho da Barreira com os do Complexo Serra Talhada.

Litotipos do **TAP**, correlatos aos ortognaisses de Serra Talhada-PE, são encontrados nas adjacências de Afogados da Ingazeira-PE (localidade que também cede o nome ao complexo daquela região), onde também são reportadas idades paleoproterozóicas de 1,97 Ga pelo método Pb-Pb em monozircão (Silva *et al.* 1996) e 2,09 Ga pelo método U-Pb em zircão (Kozuch 2003) em ortognaisses intrusivos em gnaisses bandados.

Conseqüentemente, estas encaixantes dos *augen* gnaisses são consideradas como de idade paleoproterozóica (ou mesmo arqueana, no caso dos gnaisses bandados/migmatitos, provavelmente mais antigos).

3.3.2) Complexo Riacho Gravatá

Na região estudada, o Complexo Riacho Gravatá aflora numa faixa com direção NE-SW, situada entre as zonas de cisalhamento Serra do Caboclo e Afogados da Ingazeira (Figura 3.4 e Anexo 1), sendo constituído por metavulcânicas (lavas e tufos) félsicas a máficas e metassedimentos, além de metamáficas-metaultramáficas, cujo empilhamento estratigráfico não pôde ser caracterizado.

O termo Complexo Riacho Gravatá foi inicialmente utilizado por Bittar (1998), com alternativas de categorias/nomenclatura utilizadas por Campos Neto *et al.* (1994) e Gomes (1998).

No presente trabalho, a aplicação do termo Complexo Riacho Gravatá foi ampliada/revisada para representar tanto as unidades consideradas pelos autores supracitados, como parte do Grupo Salgueiro, de Silva Filho (1984), além dos litotipos do Complexo São Caetano (descrito originalmente por Santos, 1971, na região a sul da Zona de Cisalhamento Afogados da Ingazeira) referidos por Ferreira & Santos (2000) e Gomes (2001), nas adjacências norte da citada zona de cisalhamento.

Neste contexto, os litotipos do Complexo São Caetano, cartografados como tal a norte da Zona de Cisalhamento Afogados da Ingazeira, foram aqui reinterpretados como parte do Complexo Riacho Gravatá em decorrência das seguintes características/similaridades:

a) Os componentes litológicos incluem muscovita-biotita xistos/paragnaisses e/ou biotita xistos/paragnaisses (por vezes com lentes de mármore), apresentando um

fabric de baixo ângulo afetado por eventos transcorrentes, similar ao que é observado na porção metassedimentar da região tipo do Complexo Riacho Gravatá;

b) A presença de termos vulcânicos (intermediários a máficos) e/ou vulcanoclásticos (considerados como associadas ao evento Cariris Velhos) observados nas regiões a sul de Teixeira-PB, norte de São José do Egito-PE, sul-sudeste de Carnaíba-PB, este-nordeste de Princesa Isabel-PB e na localidade de Flores-PE (áreas/litologias atribuídas, em trabalhos anteriores, como pertencentes ao Complexo São Caetano), também apresentam similaridades com as rochas da região tipo do Complexo Riacho Gravatá;

c) Ausência de um contato marcante entre estas duas unidades, que permitisse individualizá-las.

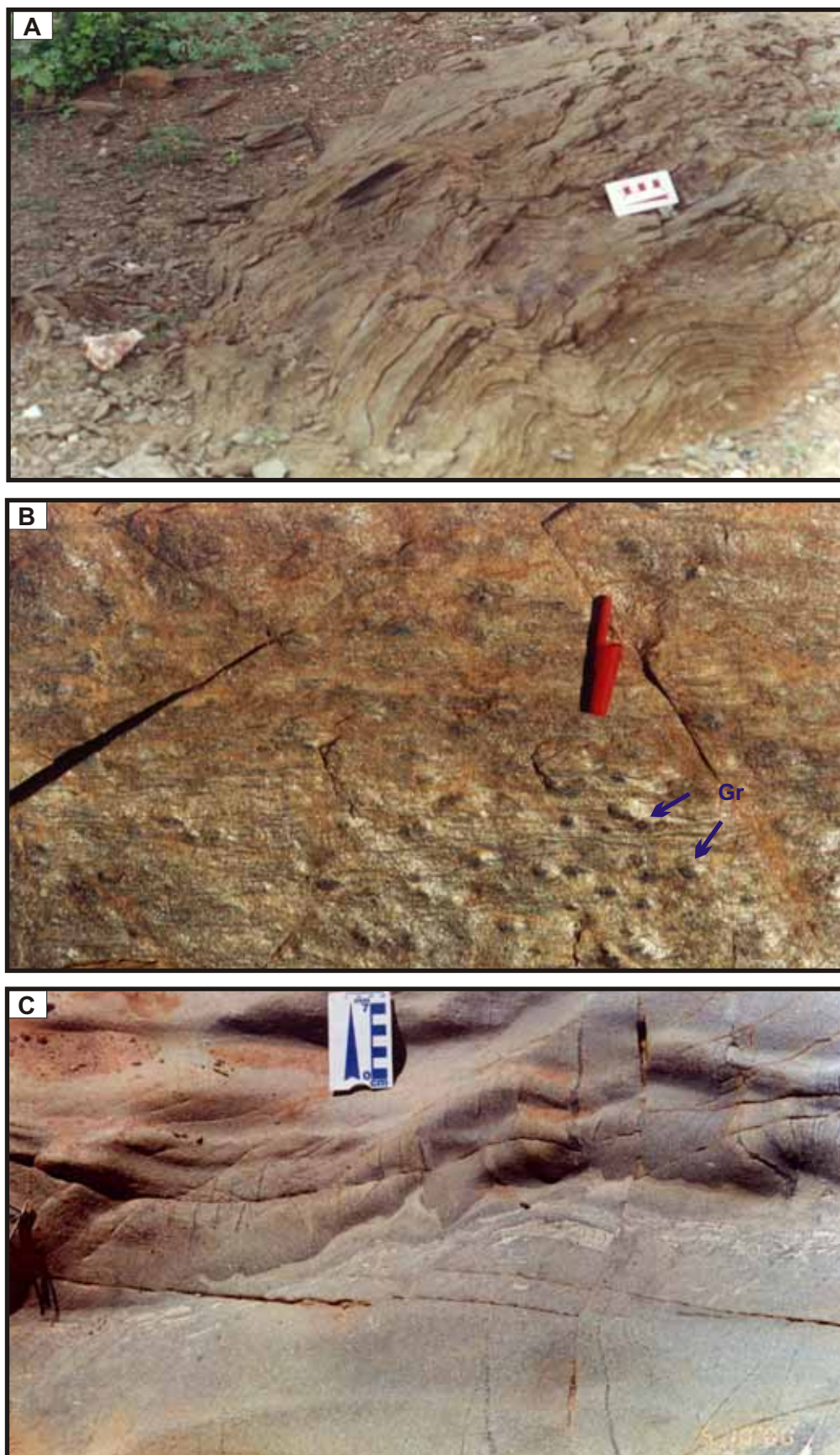
De todo modo, é possível ressaltar que, na área estudada, o segmento sul do **TAP** (principalmente na porção sudoeste), o Complexo Riacho Gravatá apresenta uma maior contribuição metassedimentar em relação à sua porção norte, onde o componente metavulcânico é bem mais expressivo.

Tais correlações tornaram-se mais evidentes a partir de mapeamento, em escala 1:50.000, na região de Cachoeira de Minas, norte de Princesa Isabel-PB (Figura 3.8; Mafra 2000), onde tanto a porção metavulcânica como a porção metassedimentar do Complexo Riacho Gravatá encontram-se bem expostas.

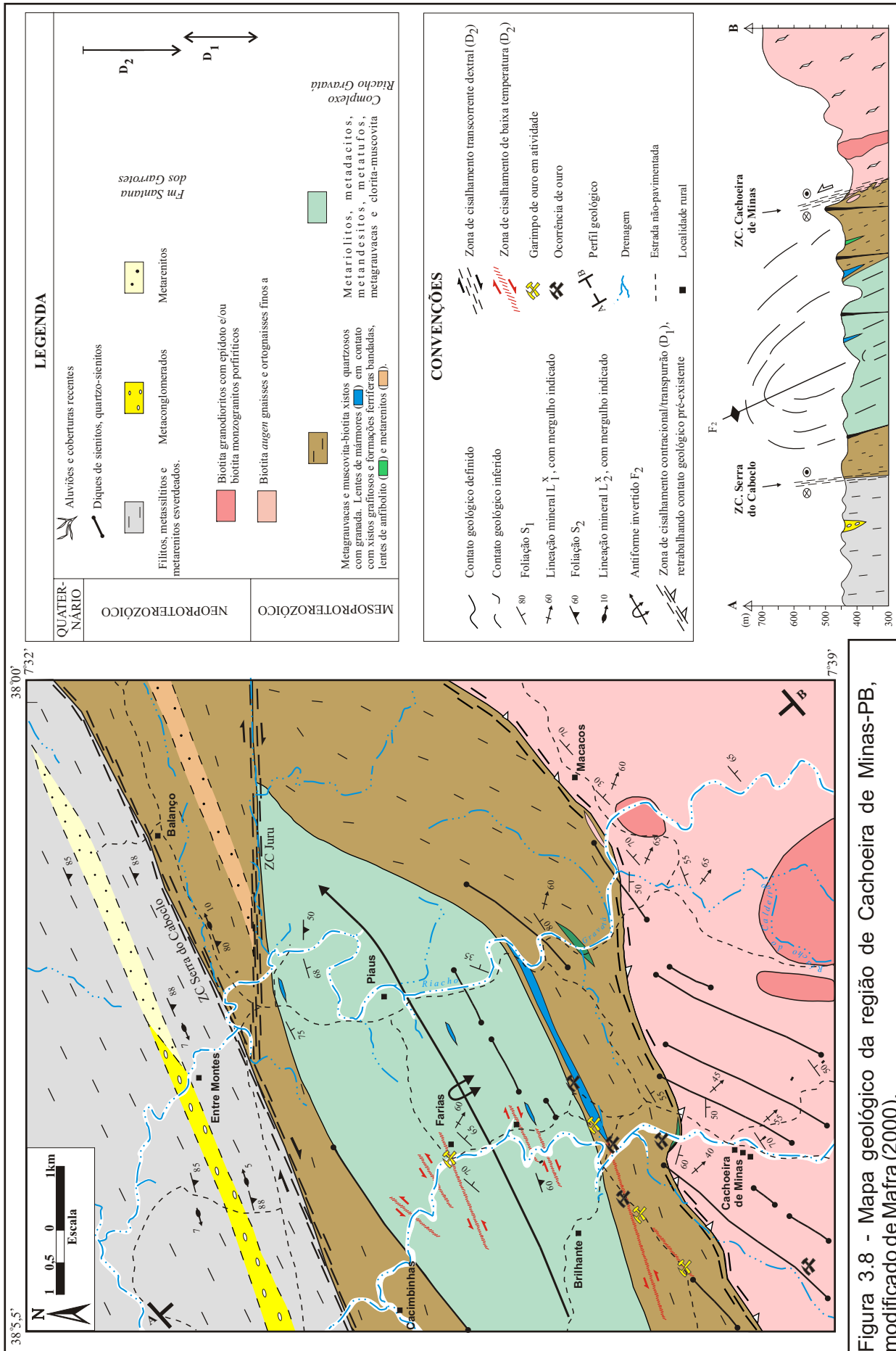
A porção metassedimentar do Complexo Riacho Gravatá é representada, essencialmente, por clorita-muscovita xistos, por vezes feldspáticos, e biotita-muscovita xistos, por vezes granadíferos (Prancha 3.9), além de níveis de gnaisses quartzosos (compostos essencialmente por quartzo e feldspato, com alguns cristais de biotita e/ou muscovita, mais raramente de granada), apresentando granulação média ou fina (metarenitos ?). Níveis/camadas subordinadas de metacarbonatos (mármore) e xistos grafitosos também são observados.

Tais litotipos representam uma seqüência siliciclástica imatura na qual se alternam metapelitos e metagrauvas. Na porção norte do **TAP**, estas rochas geralmente encontram-se intercaladas com metatufos félsicos e intermediários.

As metavulcânicas félsicas (ácidas) a Intermediárias afloram essencialmente em uma faixa que se prolonga desde o NW de Serra Talhada-PE, passando a NE de Princesa Isabel-PB e em Juru-PB, até a região a norte do granitóide de Teixeira-PB. As metavulcânicas félsicas são constituídas por metariolitos e metatufos, enquanto que as metavulcânicas Intermediárias (estas afloram principalmente na região de Cachoeira de Minas-PB; ver Figura 3.8 e Mafra 2000) são essencialmente metadacitos (mais



Prancha 3.9 - Aspectos de campo dos metassedimentos do Complexo Riacho Gravatá. A) Metapelitos (micaxisto) de Poços dos Cachorros-PB; B) granada-biotita xisto da região a norte de Cachoeira de Minas-PE; C) Metassedimento com nível fragmentar e estruturas “em chama” da região do garimpo Farias (Cachoeira de Minas-PB). Gr = Granada.



raramente metandesitos e metabasaltos andesíticos) e metatufos intermediários (Figura 3.9), além de níveis anfibolíticos.

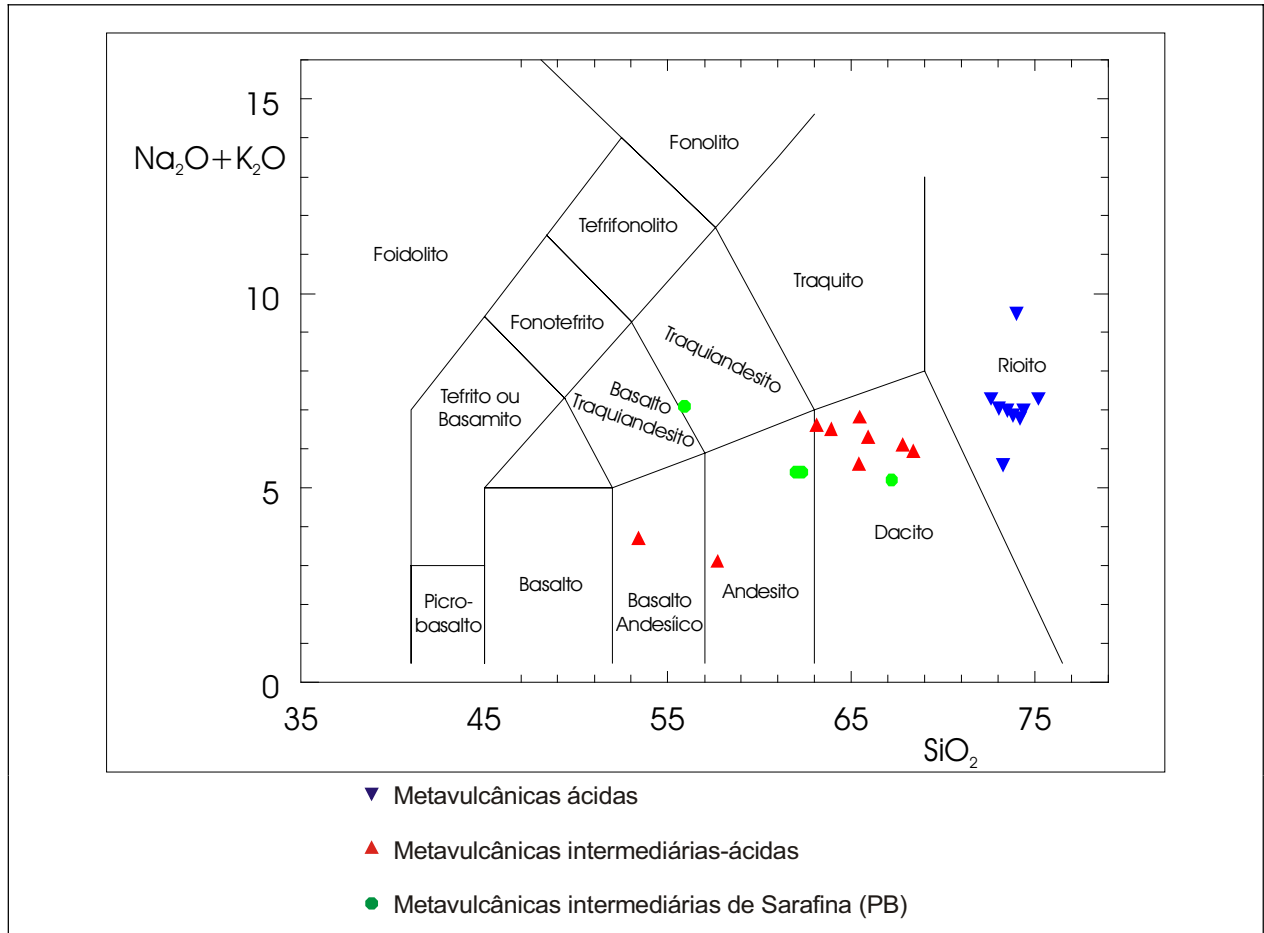
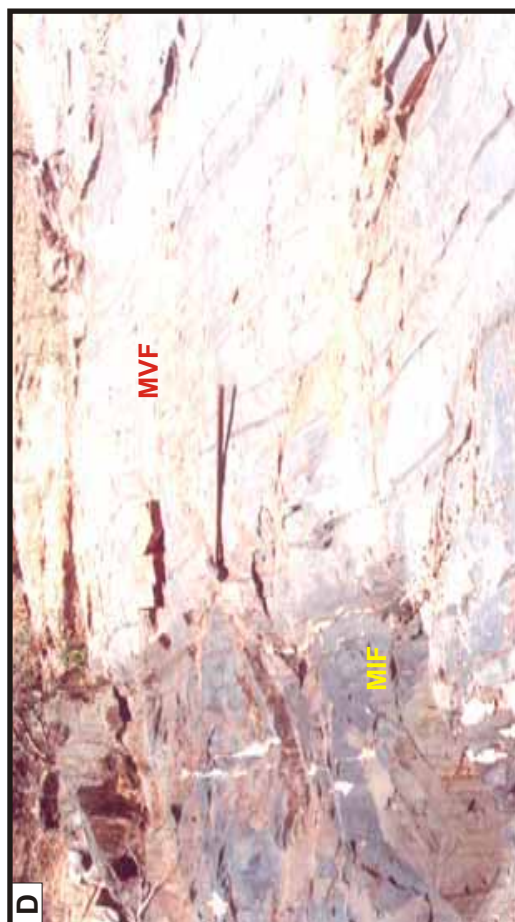


Figura 3.9 - Diagrama (SiO_2 vs. $\text{NaO}+\text{K}_2\text{O}$), para nomenclatura das metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá, segundo diagrama proposto por Le Maitre (1989).

Tanto os metariolitos como os metadacitos apresentam textura fina, sendo compostos essencialmente por quartzo, feldspato e pouca biotita (podendo conter muscovita). Geralmente podem ser observados cristais milimétricos de quartzo e ripas de feldspato.

Em vários locais da região estudada pode-se observar que as metavulcânicas ocorrem como intercalações com espessuras centimétricas a métricas entre termos máficos, intermediários a félsicos e félsicos (Prancha 3.10).

Dados geoquímicos obtidos nas metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá sugerem que as metavulcânicas ácidas (félsicas), intermediárias-ácidas, bem como as metavulcânicas intermediárias da região de Sarafina (esta discutida adiante), possuem



Prancha 3.10 - Fotografias de campo das metavolcânicas do Complexo Riacho Gravata. A) exemplo de metavolcânicas félsicas (MVF) intercalada em metavolcânicas máficas (MVM) no afloramento PC-18; B, C, D) exemplos de intercalações de metavolcânicas intermediárias (MVI) e intermediária-félsicas (MIF) em metavolcânicas félsicas (MVF) observadas na região entre Cachoeira de Minas e Piaus (Princesa Isabel-PB).

fontes distintas (figuras 3.10 e 3.11), onde: i) as metavulcânicas ácidas (metariolitos) são peraluminosas a metaluminosas, constituindo um membro bastante evoluído de uma suíte subalcalina (calcioalcalina ou transicional ?) de alto potássio (com provável fonte ou contaminação crustal), com assinatura de ambiente colisional (tipo continente-continente); ii) as metavulcânicas intermediárias-ácidas apresentam uma fonte/evolução distinta, são metaluminosas a peraluminosas, subalcalinas de médio (a alto ?) potássio, transicionais entre as séries calcioalcalina e toleítica (figuras 3.10 e 3.11).

Os metatufos intermediários e/a félsicos apresentam vários níveis com bombas, *lapilli* e prováveis *pillow* lavas (Prancha 3.11). Variam de maciços a acamadados. Intercalações de metassedimentos são freqüentes e exibem acamamento bem marcado, incluindo nódulos e níveis calciosilicáticos boudinados.

Os anfibolitos geralmente apresentam-se intemperizados; possuem granulometria média e são compostos por anfibólio e plagioclásio subordinado, além de raros cristais de quartzo e granada.

As melhores exposições das rochas máficas-ultramáficas do Complexo Riacho Gravatá foram encontradas nas regiões da Fazenda Lavrada/Serrote Pelado (13 km a SE de Catingueira-PB), Fazenda São Francisco (4 km a SE de Cacimba de Areia, sudeste de Patos-PB) e no Sítio Sarafina (11 km a NE de Desterro-PB). Tais litotipos foram inicialmente individualizados/cartografados como unidades de paisagens em imagens Landsat 7 ETM+.

Na região da Fazenda Lavrada/Serrote Pelado (Prancha 3.12A), são observados talco-xistos, actinolita-clorita-xistos, clorita-xistos (por vezes com carbonato) e serpentinitos; dunitos e piroxenitos foram descritos por Farina (1969), em uma avaliação preliminar desse prospecto. Nesta região/corpos foram observadas estruturas (foliação e lineação) correlacionadas ao evento D₁ (ver item 3.4).

As rochas metamáficas-intermediárias do Sítio Sarafina foram cartografadas no presente estudo e constituem parte das encaixantes do Batólito de Teixeira; em trabalhos anteriores foram englobadas no referido plúton. São constituídas por camadas/corpos de anfibolitos e piroxenitos (geralmente apresentando alternância entre níveis de anfibólio e epidoto), intercalados em micaxistos e paragneisses (Prancha 3.12).

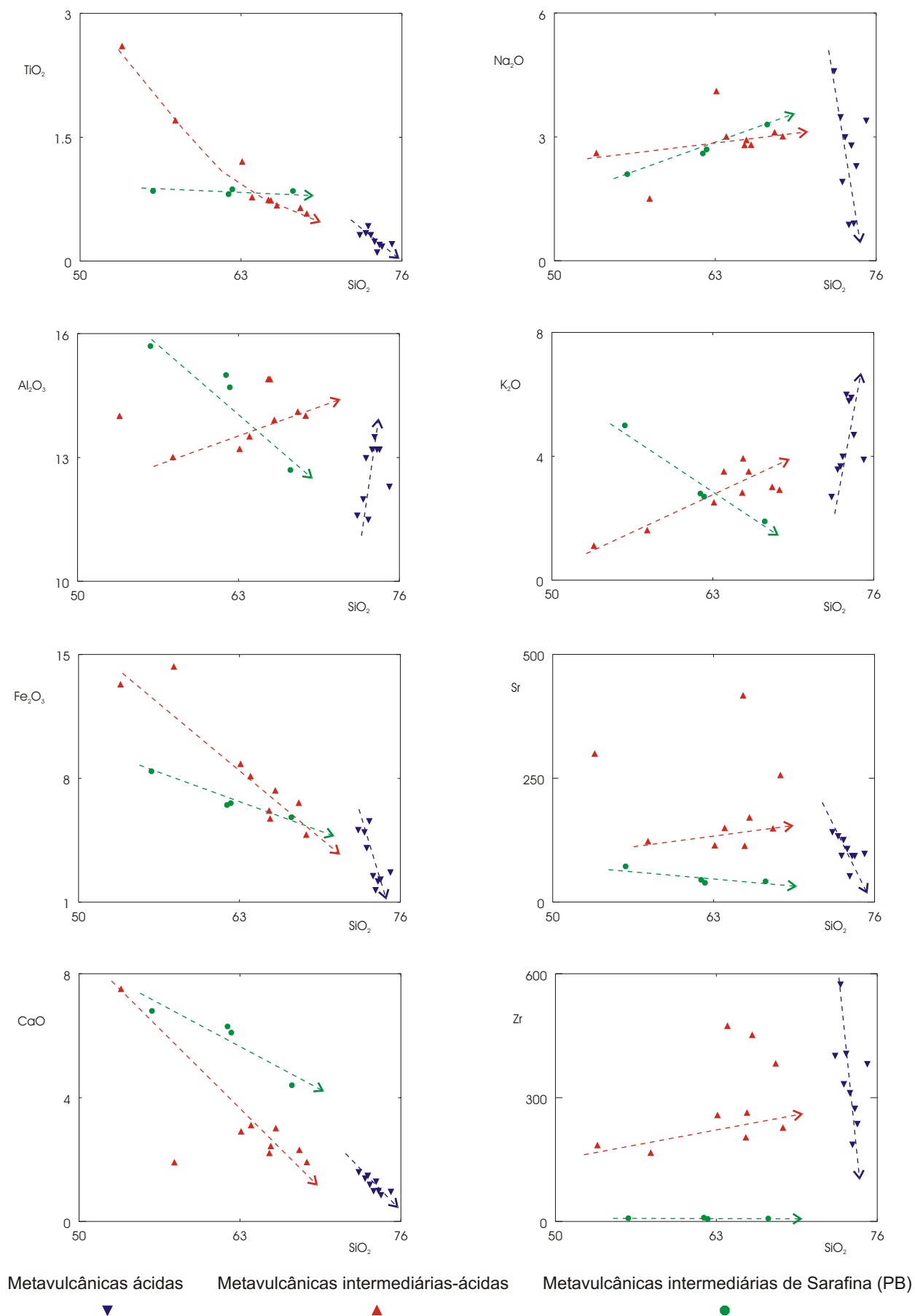


Figura 3.10 - Diagramas de SiO₂ vs. elementos maiores ou menores (Harker) das metavolcânicas do Complexo Riacho Gravata.

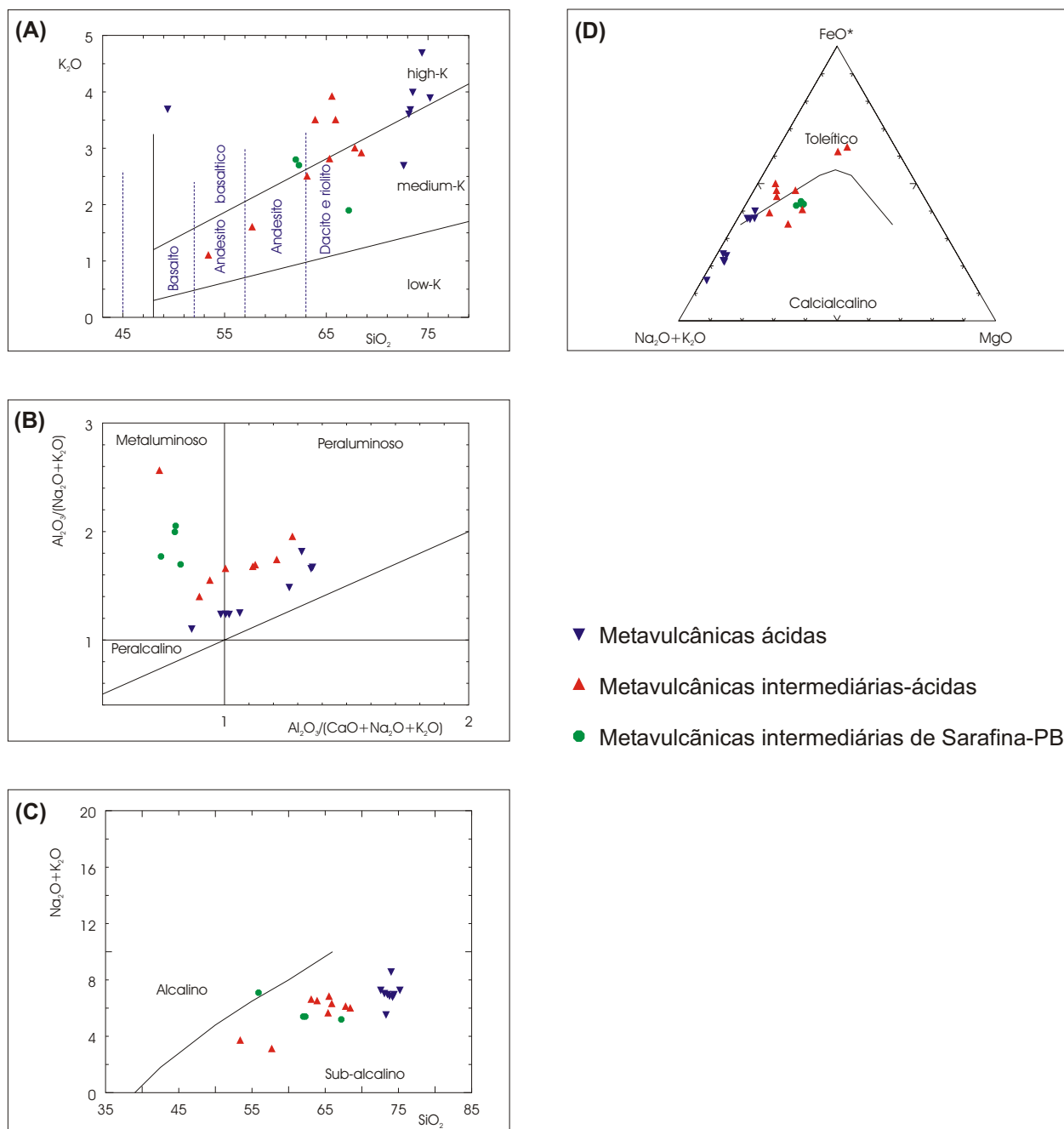
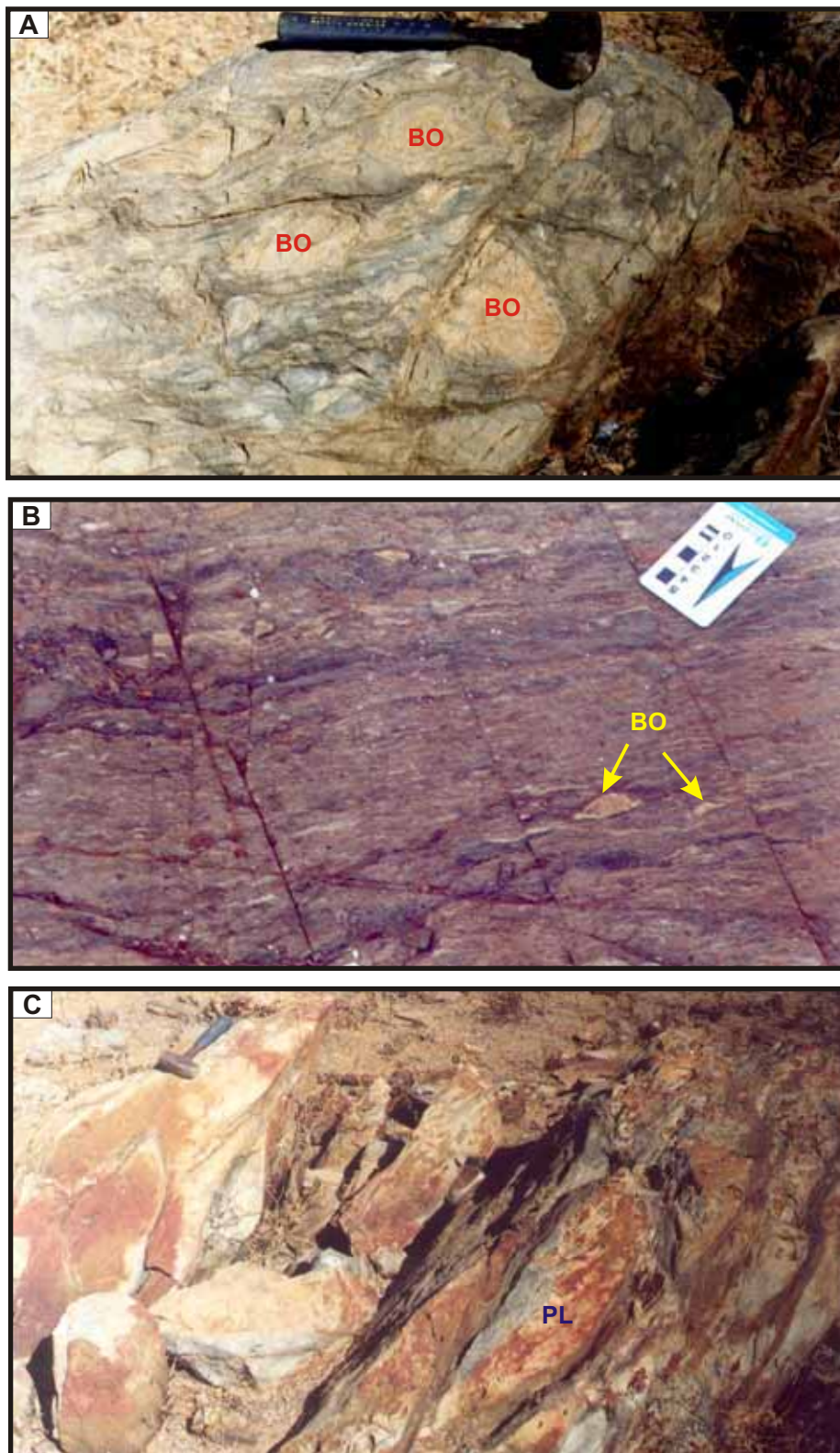
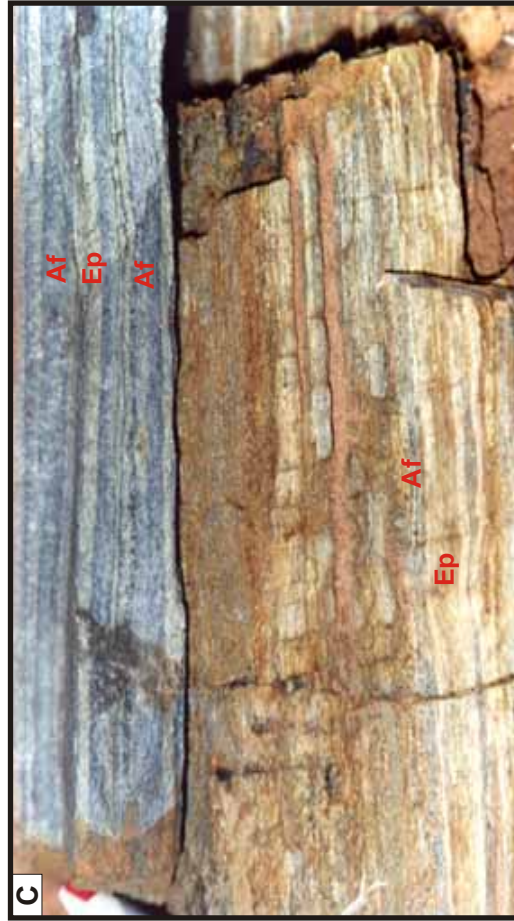


Figura 3.11 - Assinatura geoquímica das metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá, utilizando diagramas de classificação química propostos por: A) Le Maitre (1989); B) Maniar & Piccoli (1989) C e D) Irvine & Baragar (1971).



Prancha 3.11 - Exemplos de estruturas primárias em metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá. A) bombas félsicas em metabrechas da Fazenda Verdes Mares, NW de São José do Bonfim-PB (afloramento PC-414); B) Bombas em metatufos lapillicos de composição intermediária da região a NNE de Luanda-PE (afloramento PC-224); C) prováveis *pillow* lavas (PL) deformadas em metavulcânicas intermediárias da região da Fazenda Verdes Mares. BO = Bombas.



Prancha 3.12 - Fotografias ressaltando feições de campo das rochas máficas-ultramáficas do Complexo Riacho Gravata. A) Visão panorâmica das ultramáficas da Fazenda Lavrada (sul de Catangiara-PB); B, C) metamáficas (e/a rochas intermediárias) nas adjacências do Sítio Serafina (11 km a nordeste de Desterro-PB), apresentando alternância de níveis ricos em anfibólio (Af) com níveis ricos em epidoto (Ep). UM = ultramáfica, MS = encaixante netassedimentar.

Embora geralmente ocorram fortemente intemperizadas, foi possível obter dados geoquímicos em 4 amostras das metavulcânicas da região de Sarafina. Tais análises indicam a presença de metadacitos, metandesitos e metatraquiandesitos (Figura 3.9) com afinidade metaluminosa calcioalcalina de médio a alto potássio (figuras 3.10 e 3.11), representantes de um magma distinto em relação às demais suítes metavulcânicas (intermediárias-ácidas e ácidas) do Complexo Riacho Gravatá.

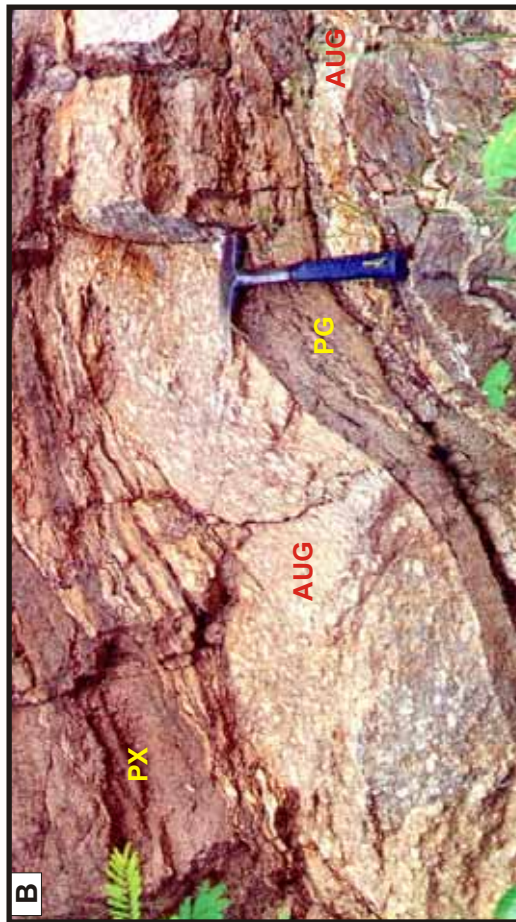
No serrote da Fazenda São Francisco (SE da cidade de Patos-PB), uma ocorrência de rocha ultramáfica, composta essencialmente por talco, tremolita-actinolita, serpentina e diopsídio (por vezes com calcita secundária), aflora em uma área de cerca de 1 km², entre rochas metavulcânicas máficas e micaxistos com granada; também foram observados, na mesma, estruturas da deformação D₁.

3.3.3) Metaplutônicas Cariris Velhos

Na região em estudo, as metaplutônicas Cariris Velhos (de idade ca. 960 e 940-925 Ma, Kozuch 2003) são representadas principalmente por biotita *augen* gnaisses graníticos (mais raramente por biotita ortognaisses médios a grossos), por vezes com anfibólio, aflorando nas porções central e sul do Complexo Riacho Gravatá.

Os *augen* gnaisses tipo Ambó/Serra do Machado/Capela (região de São José do Egito-PE) são intrusivos nas metasupracrustais daquela região (Complexo Riacho Gravatá) e apresentam um *fabric* milonítico tangencial, com transporte para noroeste. Relações de campo semelhantes (contato intrusivo em metasupracrustais e transporte tectônico) também foram observadas nos *augen* gnaisses aflorantes em Cachoeira de Minas (norte de Princesa Isabel-PB, Figura 3.8) e a sudeste do Sítio Bonza (10 km a NW de Palmeira-PB). A Prancha 3.13 ilustra feições lito-estruturais e relações de contato desta suíte plutônica.

As relações de contato entre os *augen* gnaisses e os metassedimentos da região de São José do Egito-PE, Cachoeira de Minas-PB e NW de Palmeira-PB, confirmam a idade mais jovem desta suíte plutônica, com relação às rochas supracrustais daquelas regiões. É importante notar a ausência desta suíte na área do Complexo Cachoeirinha, com possíveis implicações para a idade da colagem dos terrenos envolvidos.



Prancha 3.13 - Augen gnaisses Cariris Velhos do TAP. A) Estrutura típica com forte deformação D_1 dos augen gnaisses tipo Ambó/Serra do Machado-PE; B) sheets de augen gnaisses intrusivos em micaxistos/paragnaisses do Complexo Riacho Gravatá, na região de Serra do Machado-PE; C) augen gnaisses de Cachoeira de Minas-PB, intrusivo no Complexo Riacho Gravatá; D) augen gnaisses de Cachoeira de Minas-PB, apresentando borda de resfriamento (textura gradando de augen para granular média-fina) no contato com os paragnaisses do Complexo Riacho Gravatá. AUG = augen gnaisses; PX = paragneisse/micaxistos; CRG = Complexo Riacho Gravatá.

Análises geoquímicas destes litotipos (*augen* gnaisses e metagranitóides Cariris Velhos), obtidas no presente trabalho e na bibliografia, indicam serem termos graníticos peraluminosos (?) com assinatura calcioalcalina, provavelmente de ambiente colisão, tipo continente-continente (Figura 3.12).

Outras suítes com idade ca. 1,0 Ga são descritas a nordeste da cidade de Floresta-PE (a sul da área do presente estudo) por Santos (1995, 2000) que as denominou de suítes Recanto e Riacho do Forno (ortognaisses/migmatitos com orgiem/fonte crustal colisional) e as descreve como corpos (*sheets*) sintectônicos ao evento Cariris Velhos.

3.3.4) Plutonismo Neoproterozóico (Brasiliano)

As considerações referentes aos granitóides do Neoproterozóico III, situados no **TAP**, também são aplicadas no presente item. Estes plútons estão geralmente associados à tectônica transcorrente brasileira; todavia, alguns deles, possivelmente precoces, exibem uma assinatura estrutural coerente com o evento D₁, como discutido no item 3.5.

Em geral, as porções internas destes corpos não apresentam *fabric* tectônico. Todavia, estruturas associadas à deformação transcorrente D₂ estão bem marcadas nos corpos adjacentes às zonas de cisalhamento transcorrente brasileiras, os quais freqüentemente apresentam formas sigmoidais ou em *chifre* (a exemplo dos granitóides de Brejinho-PE, Tavares-PE e Catingueira, este último no **TPAB**), nitidamente controladas por tais cisalhamentos.

Os exemplos de possíveis plútons precoces correspondem a corpos de biotita granodioritos/granitos de granulação média ou porfirítica, intrusivos no Complexo Riacho Gravatá, apresentando lineação de alto *rake* e/ou foliação de baixo ângulo (Prancha 3.14) que poderiam ser associadas à tectônica D₁ ou D₂ (hipótese mais provável). Tais litotipos também foram alvos de estudos/determinações geocronológicas, conforme será apresentado no Capítulo 5.

A Tabela 3.2 apresenta uma relação das suítes magmáticas neoproterozóicas no **TAP**, associadas ao evento Brasiliano. Estas suítes foram estudadas e classificadas (a partir de parâmetros petrológicos/geoquímicos e petrográficos) por diversos pesquisadores (ver coluna de referências). Na Prancha 3.15 são ilustradas as feições de campo de alguns corpos representantes deste magmatismo.

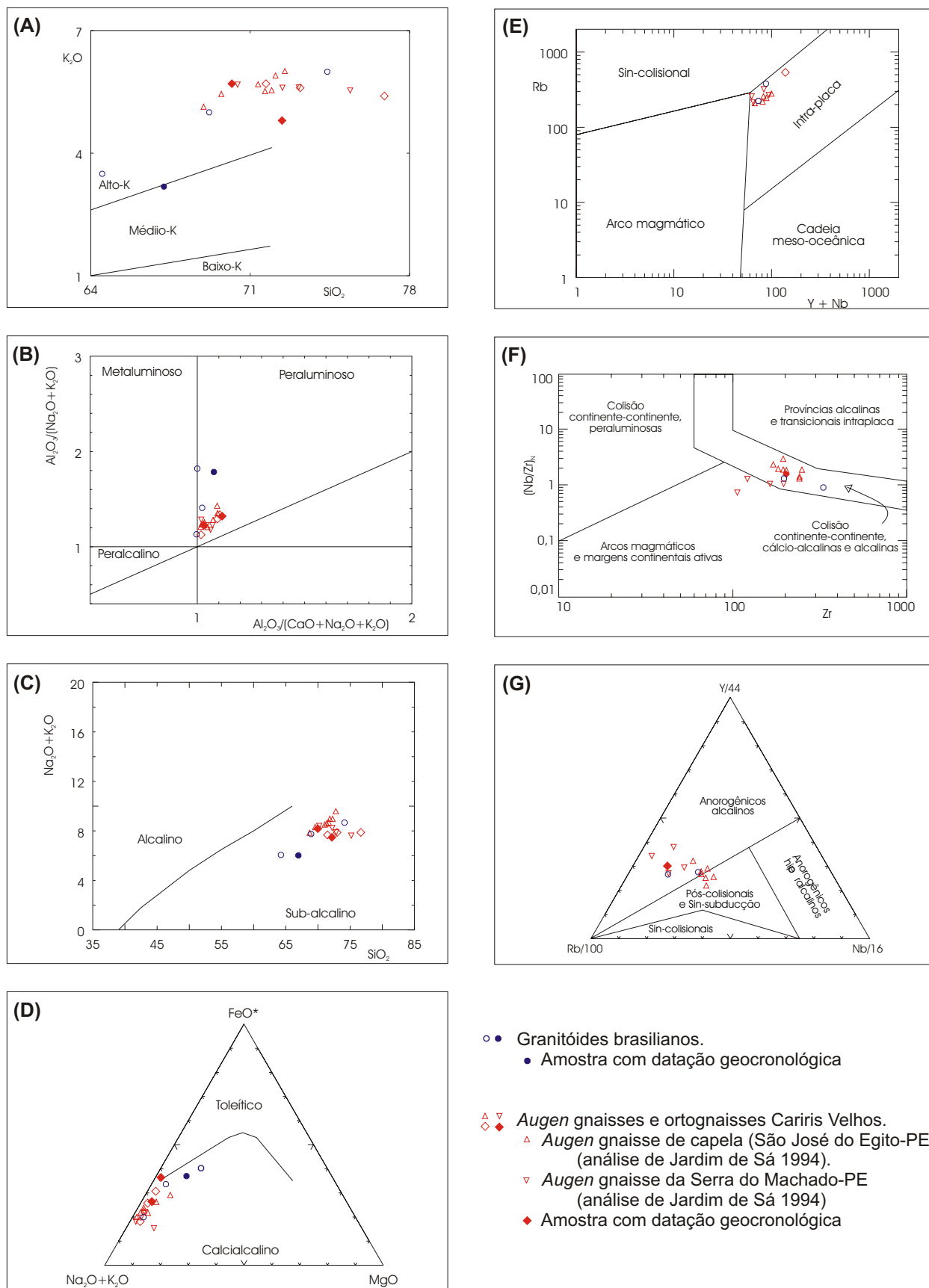
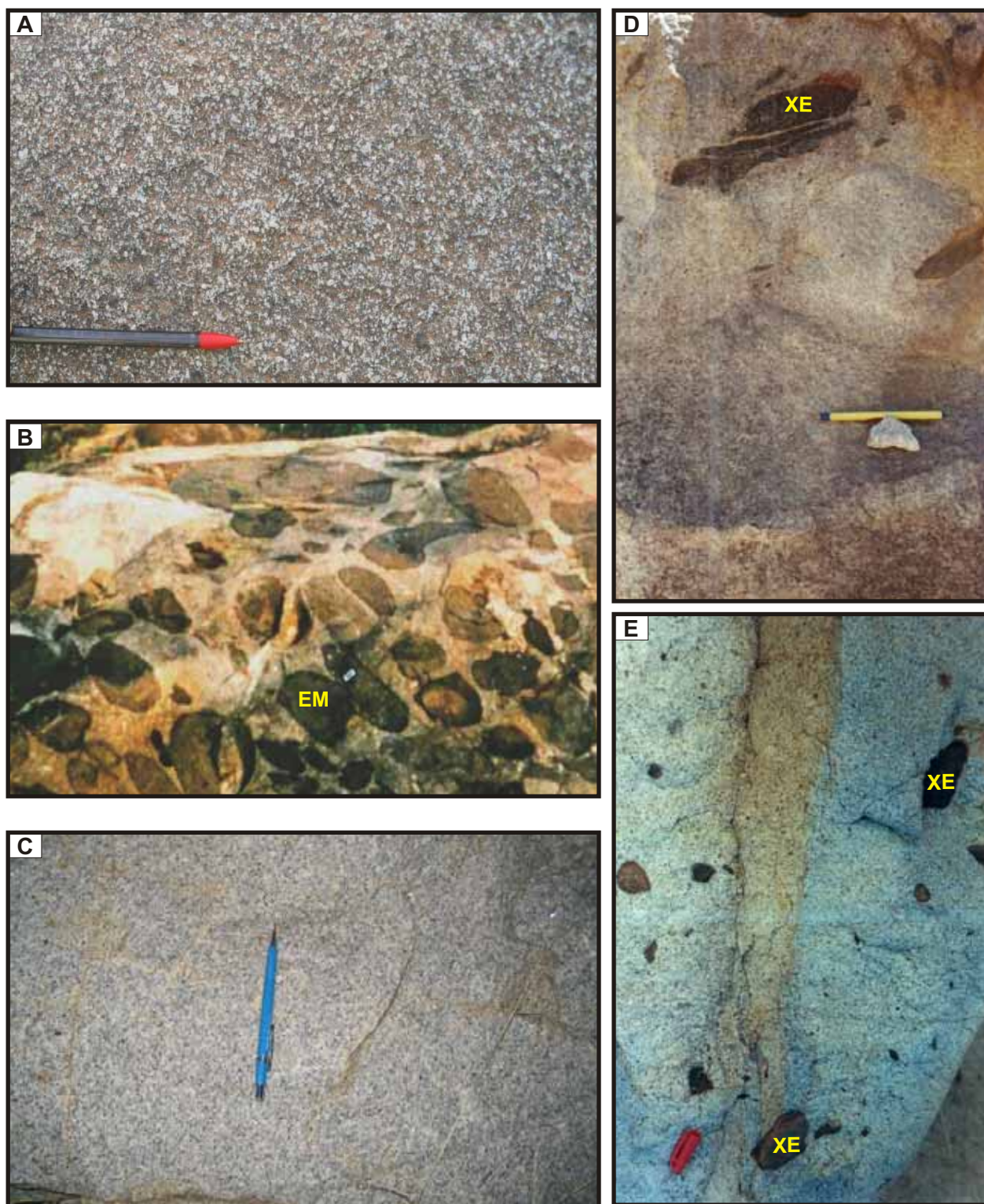


Figura 3.12 - Assinatura geoquímica de augen gnaisses/ortogneisses Cariris Velhos e granitóides Brasileiros, utilizando diagramas de classificação química propostos por: A) Le Maitre (1989); B) Maniar & Piccoli (1989); C e D) Irvine & Baragar (1971); E) Pearce *et al.* (1984); F) Thiéblemont & Tégey (1994); G) Thiéblemont & Cabanis (1990).



Prancha 3.14 - Aspectos de campo de granitóides do Neoproterozóico III do **TAP**, apresentando feições tectônicas (foliação e/ou lineação) passíveis de serem associadas à deformação D_1 ou D_2 (hipótese admitida). A e B) Granitóide porfirítico a norte de Santa Rita-PE; C) granodiorito de Santa Rita-PE.



Prancha 3.15 - Aspectos de campo de granitóides sin a tardi brasileiros do **TAP**. A) Granodiorito calcioalcalino de São José do Bonfim-PB; B) Monzogranito K-calcioalcalino de Brejinho-PE, com enclaves máficos; C) sienogranito de Teixeira-PB; D) álcali-feldspato sienito ultrapotássico de Triunfo-PE, com xenólitos de biotita gnaisse; E) dique de sienito peralcalino do tipo Manaíra/Princesa Isabel-PB com xenólitos das rochas encaixante (gnaisses e metavulcânicas). EM = enclave máfico, XE = xenólito.

Tabela 3.2 - Principais características das suítes plutônicas associadas ao evento transcorrente neoproterozóico/brasiliano do **TAP**.

SUITES	LITOTIPOS	EXEMPLOS	REFERÊNCIAS
Afinidade Trondhjemítica (tipo Serrita).	Biotita granodioritos equigranulares médios, leucocráticos (minerais máficos < 10%), apresentando coloração cinza a rósea.	Palmeira-PB. Oeste de Teixeira-PB. Oeste de Salgueiro-PE. Serrita-PE.	Sial <i>et al.</i> (1981). Neves (1986). Medeiros (1995). Ferreira <i>et al.</i> (1998). Silva Filho (1982).
K-Calcialcalina (tipo Itaporanga).	Granitos e quartzo monzonitos porfíricos, com enclaves/fácies máficos, constituídos por dioritos, quartzo dioritos e monzonitos equigranulares finos, de coloração cinza escura.	Brejinho-PE. Tavares-PB. Conceição da Creoulas-PE.	Guimarães & Silva Filho (1993). Medeiros (1995). Brasilino <i>et al.</i> (1998). Ferreira <i>et al.</i> (1998). Torres (2001).
Peralcalina Ultrapotássica (tipo Triunfo)	Álcali-feldspato sienitos e álcali-feldspato quartzo sienitos, equigranulares, leucocráticos e de granulação média a grossa.	Triunfo-PE. Serra do Man-PE.	Sial (1986). Ferreira (1986 e 1991). Ferreira <i>et al.</i> (1997).
Peralcalina (tipo Manaíra-P. Isabel-PB)	Álcali-feldspato sienitos/traquitos com textura granular fina, afanítica ou microporfírica.	Diques de Manaira-Princesa. Isabel (PB) e Terra Nova-Salgueiro (PE).	Ferreira (1986 e 1991). Silva Filho (1989).
Shoshonítica (tipo Teixeira).	Sienogranitos, quartzo monzonitos e quartzo monzodioritos, metaluminosos a peraluminosos, equigranulares médios a grossos, por vezes porfíricos.	Teixeira-PB. Leste de Salgueiro-PE.	Sial (1986). Medeiros (1995). Ferreira <i>et al.</i> (1998).
Gabros-dioritos (tipo Taperoá).	Augita gabro-norito com hiperstênio, labradorita, honblenda e biotita, de granulação grossa a média, associados a dioritos.	Taperoá-PB.	Lima <i>et al.</i> (1980). Scheid & Ferreira (1993).

3.4) Eventos Deformacionais

Na área estudada, e em cada um dos terrenos propostos (região entre o **TPAB** e o **TAP**), foram observados dois eventos deformacionais (D_1 e D_2), sistematicamente registrados nas unidades de metasupracrustais e nos ortognaisses Cariris Velhos. Conforme comentado em itens precedentes, a maior parte dos plútons brasileiros e a Formação Serra do Olho d'Água apenas exibem a assinatura do evento D_2 . A geometria das estruturas, o *fabric* e a cinemática dos eventos serão discutidos a seguir, junto com as relações cronológicas que puderam ser levantadas em campo.

3.4.1) Evento Deformacional D_1

O evento D_1 corresponde a uma deformação tangencial com transporte para noroeste, registrado nos *augen* gnaisses Cariris Velhos e nas metasupracrustais do Complexo Riacho Gravatá e do Grupo Cachoeirinha (com exceção da Formação Serra do Olho d'Água), bem como em gnaisses mais antigos (complexos Piancó e Serra Talhada). Alguns granitóides brasileiros também exibem estruturas compatíveis com este evento.

As feições de caráter regional (observadas em fotografias aéreas, imagens de satélite e aerogeofísicas) são representadas por lineamentos curvilíneos, pouco densos a espaçados, conforme ressaltado no Capítulo 4.

A foliação S_1 era originalmente de ângulo baixo a intermediária, provavelmente mergulhando para SE (sentido predominante das medidas e contrário ao do transporte tectônico). Por vezes, apresenta mergulho forte/verticalizado, ou alterna o quadrante de mergulho, em função de dobramentos ou pelo retrabalhamento por cisalhamentos transcorrentes, quando da sobreposição do evento D_2 (Figura 3.13).

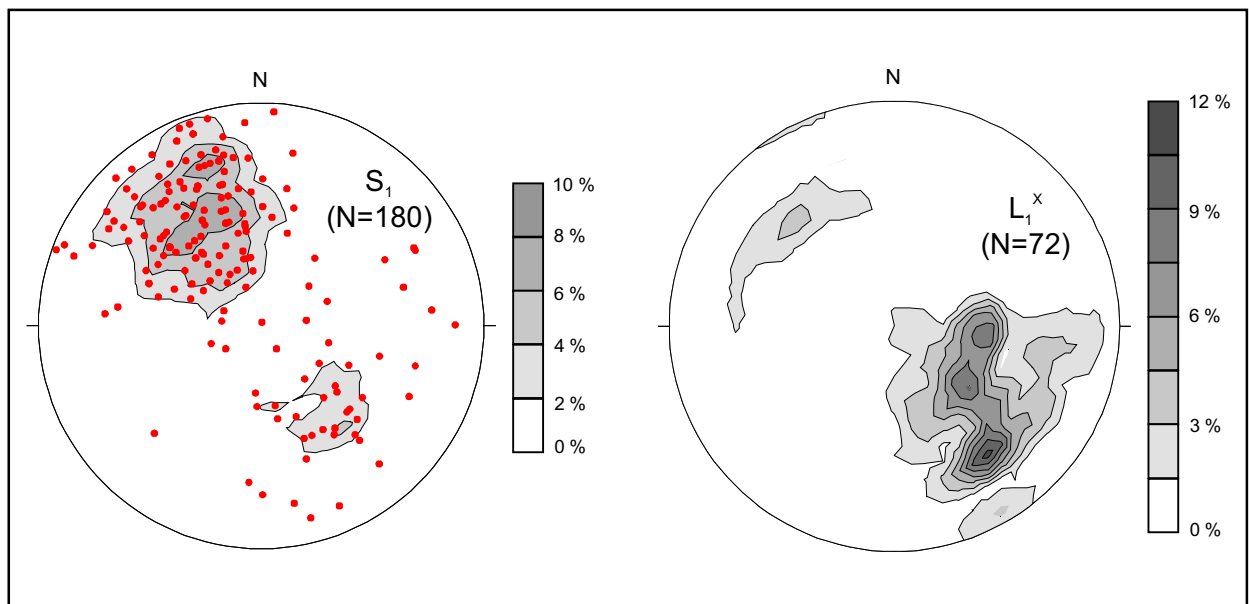


Figura 3.13 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_1 e da lineação L_1^x associadas com a tectônica contracional para noroeste-oeste (D_1). Os pólos da foliação S_1 foram plotados (pontos em vermelho) em virtude dos dados/curvas não terem regredido estatisticamente.

As dobras associadas com este evento (D_1) podem ocorrer em várias escalas (microscópica, afloramento e regional), geralmente com geometria invertida, apertada a isoclinal, com flancos e planos axiais mergulhando predominantemente para SE e eixos na direção NE-SW. Inversões estratigráficas pré- D_2 são detectadas através de estruturas primárias preservadas (em especial, estratificação gradacional em metaturbiditos) nas regiões de Manaíra-Santana de Mangueira-PB e norte de Princesa Isabel-PB. Exceto pelas regiões de charneira, o usual paralelismo entre S_0 e S_1 (nos

flancos) e a inversão de camadas permite inferir uma geometria apertada a isoclinal para as dobras D_1 (Prancha 3.16). A superposição do evento D_2 (descrito adiante) geralmente provoca dobramentos na foliação S_1 (ou S_0+S_1), por vezes gerando padrões de interferência (redobramento coaxial), conforme exemplificado na Prancha 3.17.

O *fabric* característico deste evento envolve lineações de estiramento (L_1^x) com *rake* forte na foliação S_1 associada (Prancha 3.18), as quais podem exibir retrabalhamento pela deformação D_2 (Prancha 3.19). A lineação L_1^x encontra-se orientada para noroeste (Figura 3.13) e os critérios cinemáticos associados a este evento (estruturas S-C, sombras de pressão em cristais de quartzo e granada, porfiroclastos de feldspato, peixes de foliação e veios de quartzo boudinados/rompidos) indicam transporte de massa (em geral, *up dip*) para NW (pranchas 3.20 e 3.21).

A principal mega-estrutura associada a este evento, observada na região de estudo, é a Zona de Cisalhamento de Serra do Caboclo (Prancha 3.21E), a qual será aqui avaliada como o limite entre o **TPAB** e **TAP** (ver também Medeiros *et al.* 2001). Posteriormente, esta estrutura foi reativada/retrabalhada no evento D_2 .

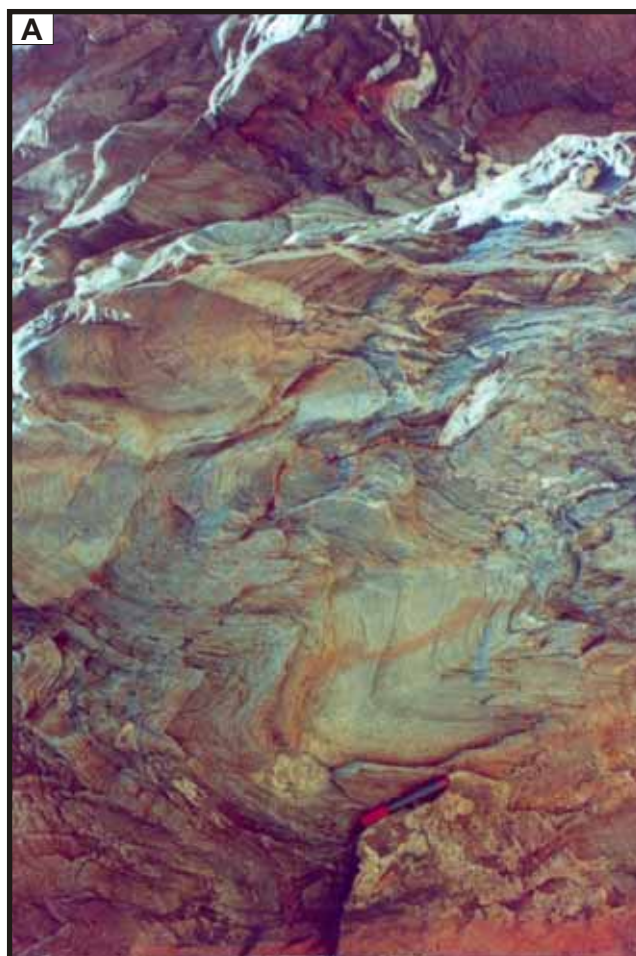
Alguns gnaisses da suíte Cariris Velhos (ca. 1,0 Ga), ou mais antigos (ca. 2,0 Ga), a exemplo daqueles da região de Ambó/Serra do Machado-PB e Parnamirim-PE (respectivamente), também são exemplos de litotipos do **TAP** afetados pela deformação tangencial D_1 .

Estruturas compatíveis com o regime cinemático D_1 também estão presentes em alguns granitóides cuja idade Neoproterozóica III foi confirmada nesta tese (ver Capítulo 5), a exemplo do plúton granodiorítico que ocorre na região a sul de Curral Velho-PB (Prancha 3.22).

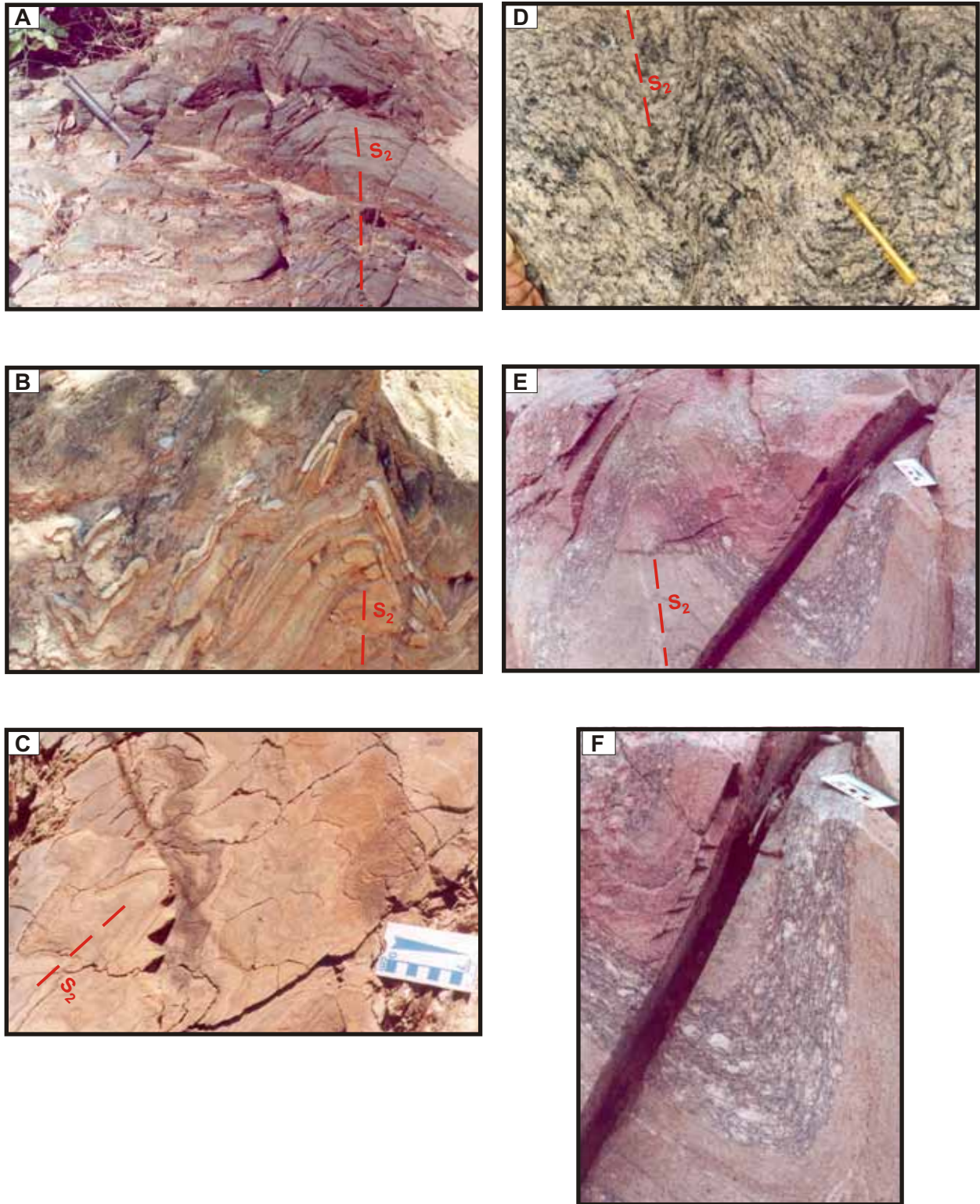
A presença da deformação D_1 na Formação Santana dos Garrotes (Grupo Cachoeirinha) e em granitóides datados como do Neoproterozóico III (ver Capítulo 5) indicam uma idade neoproterozóica (possivelmente “cedo-brasiliana”) para o evento D_1 .

3.4.2) Evento Deformacional D_2

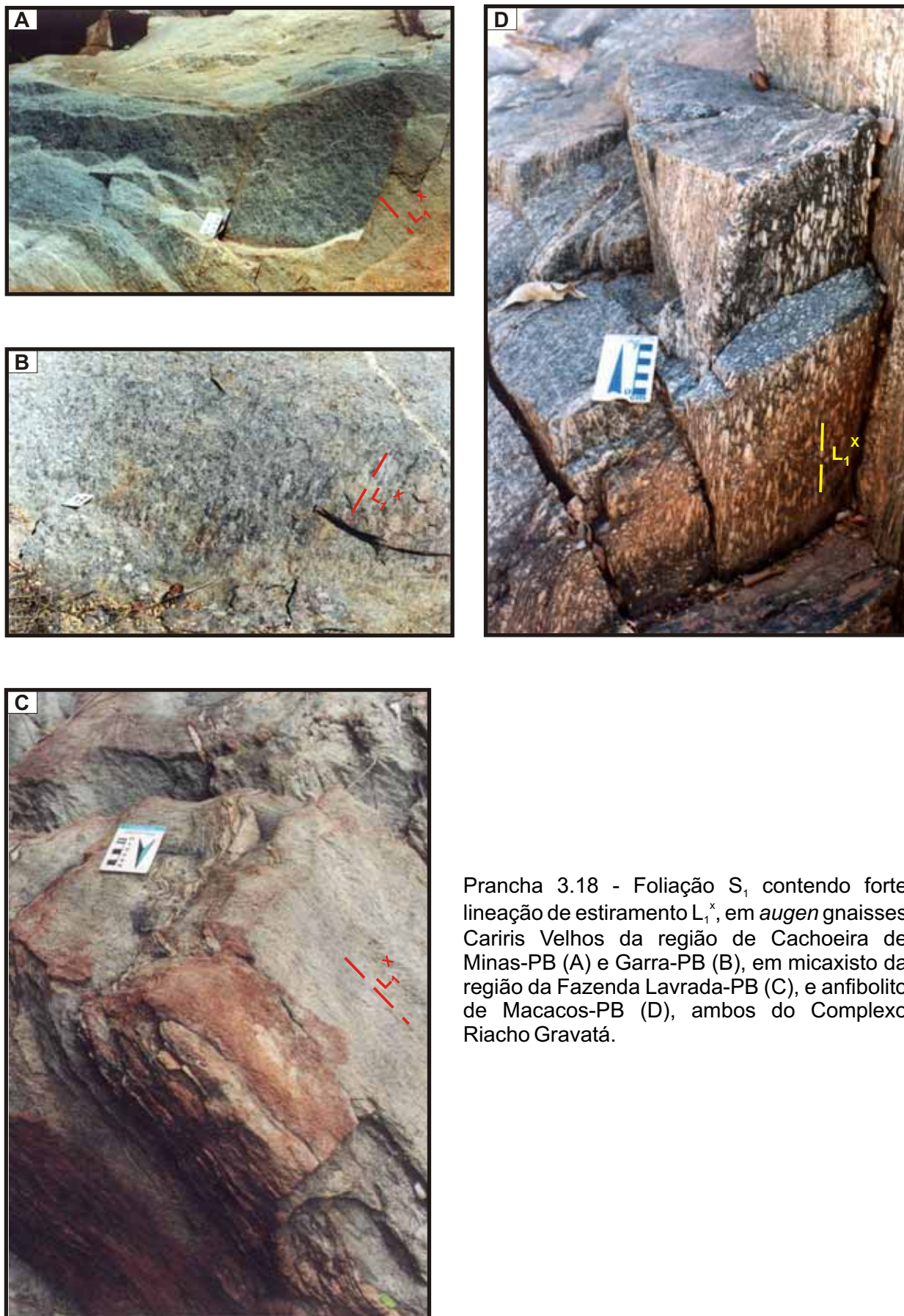
O evento D_2 está materializado por dobras que afetam a foliação S_1 e pela imposição de um novo (ou o primeiro, no caso dos granitóides brasileiros e da



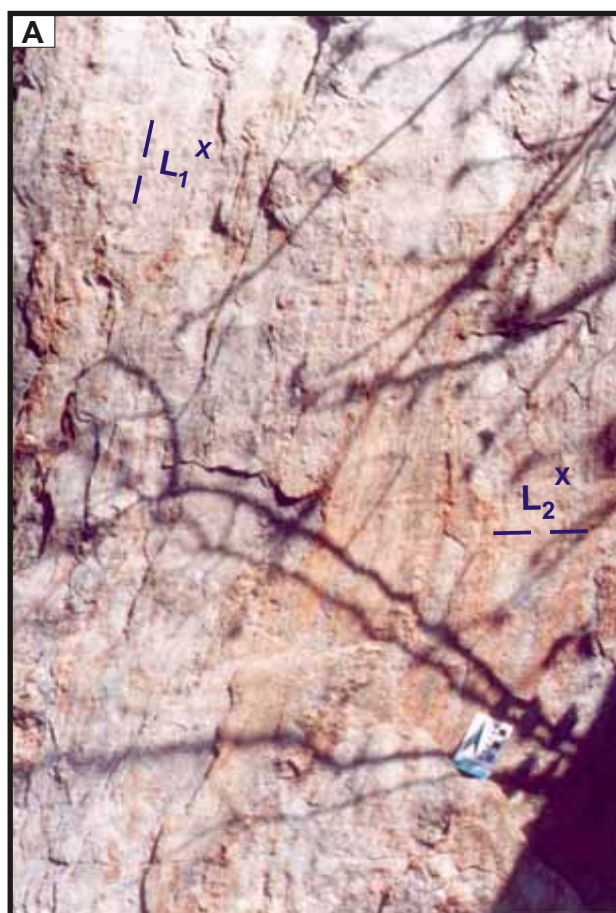
Prancha 3.16 - Fotografias de campo de dobras D_1 . A) Minidobras em "M" na charneira de uma dobras recumbente D_1 , nos filitos/xistos da Formação Santana dos Garrotes (afloramento W-115); B) S_0/S_1 e dobras intrafoliais em micaxistos da Formação Santana dos Garrotes, em flanco de macrodobra isoclinal D_1 (afloramento PC-39).



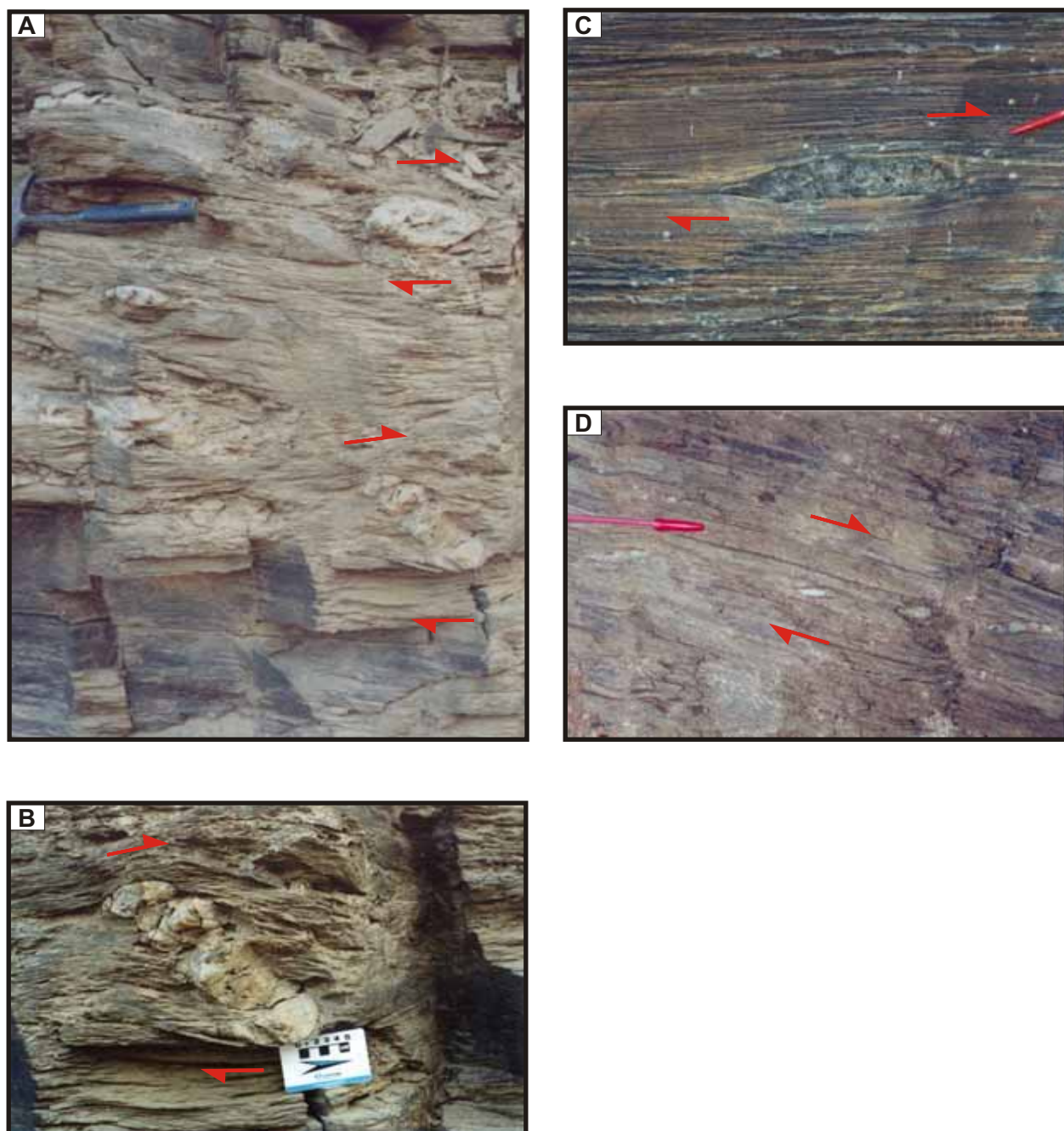
Prancha 3.17 - Fotografias de campo mostrando relações entre D_2 e D_1 . A) Dobras suaves D_2 afetando a foliação S_1 de anfibolitos do Complexo Riacho Gravatá (afloramento PC-145); B) padrão de interferência (redobramento coaxial) observado no acamamento de micaxistos do Complexo Riacho Gravatá (afloramento PC-145); C) dobras D_2 com geometria de flanco invertido, afetando S_0+S_1 em metassedimentos do Complexo Riacho Gravatá (afloramento PC-21); D) vista em planta de dobras D_2 afetando S_1 em *augen* gnaiss Cariris Velhos (afloramento PC-523); E) dobras D_2 afetando S_1 em ortognaisses Cariris Velhos da região de Macacos-PB (afloramento W-69); F) detalhe do *fabric* observado na fotografia E (observar as caudas de recristalização nos fenocristais de K-feldspato).



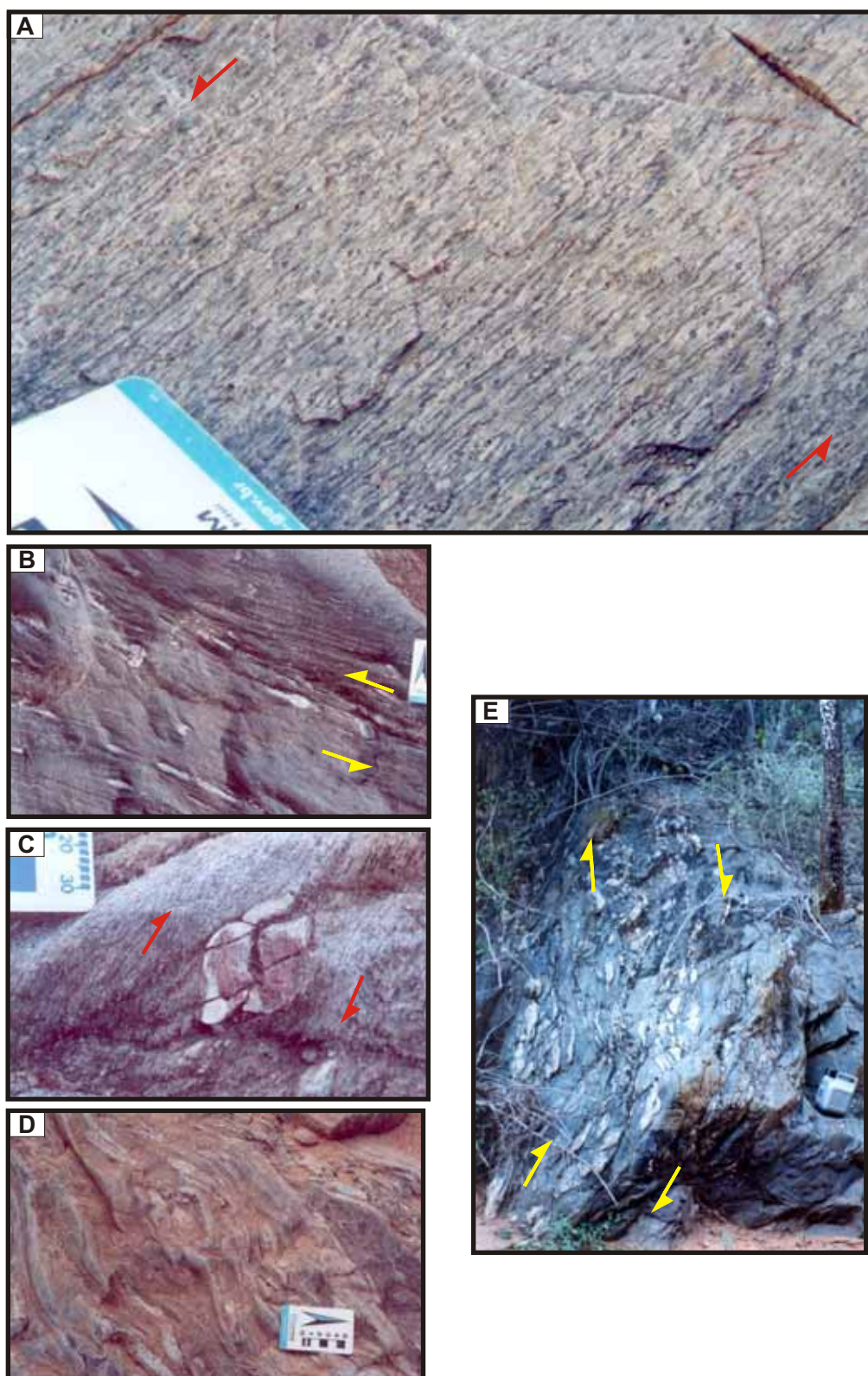
Prancha 3.18 - Foliação S_1 contendo forte lineação de estiramento L_1^x , em *augen* gnaisses Cariris Velhos da região de Cachoeira de Minas-PB (A) e Garra-PB (B), em micaxisto da região da Fazenda Lavrada-PB (C), e anfibolito de Macacos-PB (D), ambos do Complexo Riacho Gravatá.



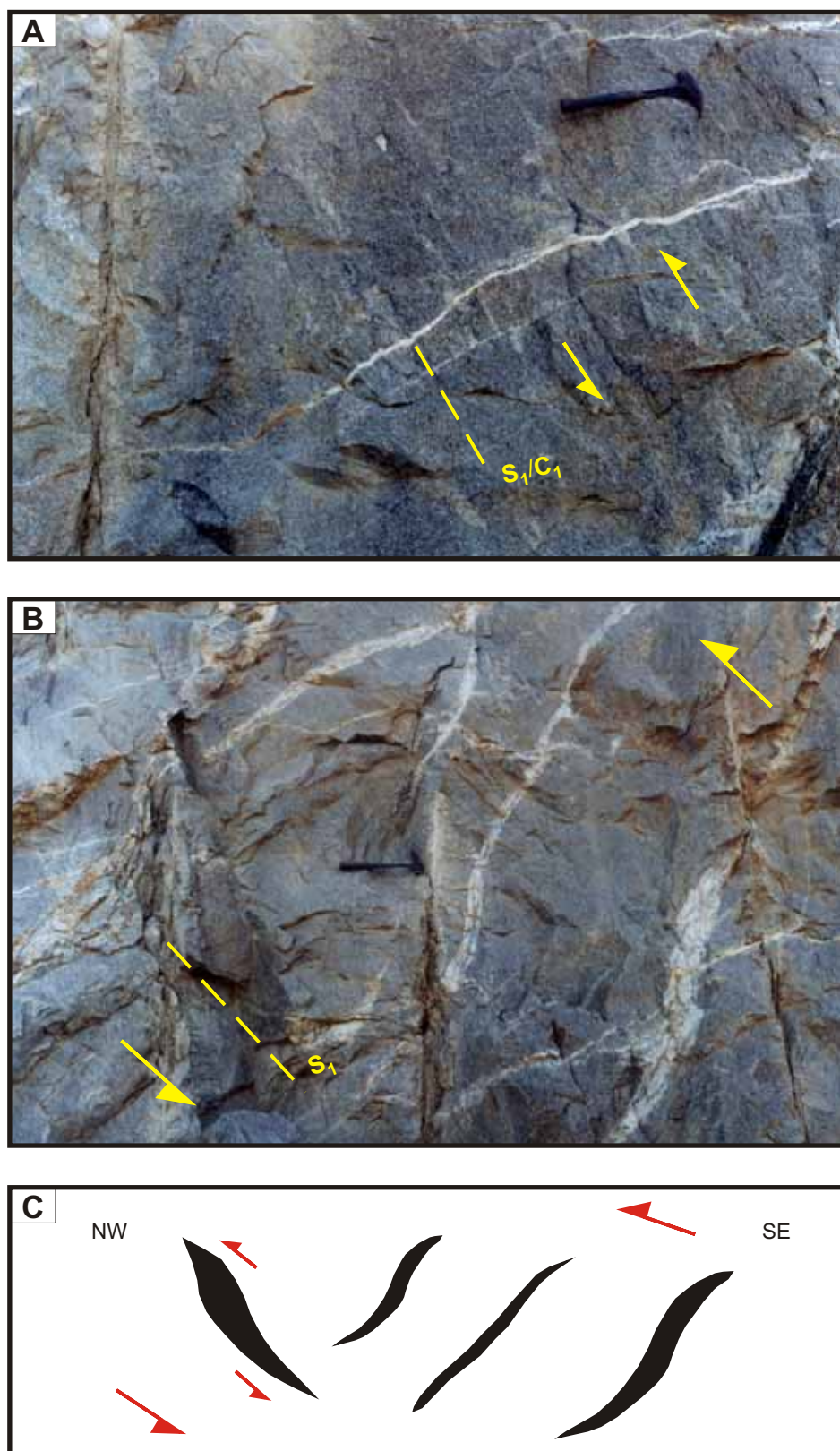
Prancha 3.19 - Fotografias de campo mostrando a superposição da lineação L_2 de baixo *rake* (minerais estirados e crenulação), sobre a lineação L_1^x de alto *rake*, em milonitos do Lineameto Patos.



Prancha 3.20 - Critérios cinemáticos de D_1 observados em filitos e micaxistos da Formação Santana dos Garrotes, indicando movimentação de topo para NW. A e B) afloramento PC-161; C) afloramento PC-171; D) afloramento PC-135. No geral, os clastos representam segmentos de veios boudinados, com geometria rotacional (detalhe em B) ou sigmoidal.



Prancha 3.21 - Cinemática D_1 com movimentação de topo para NW, observada em clastos (fenocristais de quartzo) rotacionados de metarolitos do Complexo Riacho Gravatá (A) e metassedimentos do Complexo Riacho Gravatá (B, C). Observar a cinemática localmente invertida pelo dobramento D_2 , resultando em movimento *down dip* em (A). Em (B), observar clastos sigmoidais; em (C), porfiroblasto de granada rotacional com sombra de pressão. (D) Seção YZ de dobras em bainha com lineação de *rake* forte no Complexo Riacho Gravatá. Em (E) filitos do Complexo Riacho Gravatá na zona de cisalhamento Serra do caboclo, preservando a cinemática D_1 .



Prancha 3.22 - Granodiorito a SE de Curral Velho-PB com *fabric* do tipo empurrão (foliação contendo lineação de estiramento de alto *rake*), associado à deformação D_1 . A seção exposta corresponde ao plano XZ, observando-se enclaves assimétricos (A) e juntas de extensão sigmoidais preenchidas por diferenciados félsicos do granodiorito (B). A cinemática observada no afloramento/fotografias é esquematizada em C.

Formação Serra do Olho d'Água) *fabric* nos *augen* gnaisses Cariris Velhos e nas metassupracrustais do Complexo Riacho Gravatá e do Grupo Cachoeirinha (Formação Santana dos Garrotes). O *fabric* D_2 é caracterizado por foliação de forte mergulho conjugada com lineação de *rake* baixo, numa cinemática essencialmente transcorrente (Prancha 3.23). O mesmo torna-se a estrutura dominante nas proximidades de grandes zonas de cisalhamento (ver a seguir); longe delas, o *fabric* D_1 é a estrutura mais penetrativa nas seqüências afetadas por aquele evento mais antigo.

Nos granitóides neoproterozóicos o evento D_2 imprime um *fabric* do tipo SPD (transcorrente), principalmente nas bordas dos corpos adjacentes às zonas de cisalhamentos (Prancha 3.23 A, B).

Entretanto, em alguns locais (região de Santa Rita-PE), são observadas uma foliação de baixo ângulo e lineação de alto *rake* (movimento direcional para SE), diferente da cinemática/feição transcorrente (Prancha 3.24), fato este que pode ser atribuído tanto a uma estrutura em flor associada ao evento D_2 , como a uma assinatura do evento D_1 ,

As dobras associadas ao evento D_2 geralmente apresentam plano axial subverticalizado (principalmente nas proximidades das zonas de cisalhamentos associadas a este evento).

Na região estudada, as principais zonas de cisalhamento (Juru, Afogados da Ingazeira e Patos) estão associadas a este evento ou reativadas pelo mesmo (Serra do Caboclo). Nestas estruturas são observadas foliações (S_2) com alto ângulo de mergulho e lineações de estiramento (L_2^x) de baixo *rake*.

Tais zonas de cisalhamento são facilmente identificadas a partir de produtos de sensoriamento remoto em escala regional (fotografias aéreas, imagens de satélite e imagens aerogeofísicas), definidas pela concentração de lineamentos retiliíneos a levemente curvilíneos, conforme ressaltado no Capítulo 4.

A cinemática D_2 da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo é transcorrente dextral (por vezes apresentando um componente subordinado oblíquo/transpurrão dextral), onde o plano médio da foliação S_2 tem direção NE e forte mergulho (70° a 90°) para SE; a lineação L_2^x é de baixo *rake*, com direção NE-SW (Figura 3.14).



Prancha 3.23 - Fotografias de campo ressaltando o *fabric* D_2 . A, B) Vista no plano horizontal do *fabric* D_2 em grantóides brasileiros, com movimentação dextral indicada por porfiroclastos sigmoidais, veios com dobras assimétricas (A, B) e *fabric* S-C (B); C) componente dextral D_2 observado em veios de quartzo boudinados em metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá.



Prancha 3.24 (A) Granitóide brasileiro na região de Santa Rita-PE (afloramento PC-259), exibindo foliação de baixo ângulo, na qual critérios cinemáticos (detalhe em B; superfícies S-C e clastos com caudas assimétricas) indicam movimento direcional (topo para SE) em relação às transcorrências D_2 . Ver texto para discussão. (C) *Shear bands* evidenciando componente de transcorrência dextral da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo, impressa em metaconglomerado da Formação Serra do Olho d'Água.

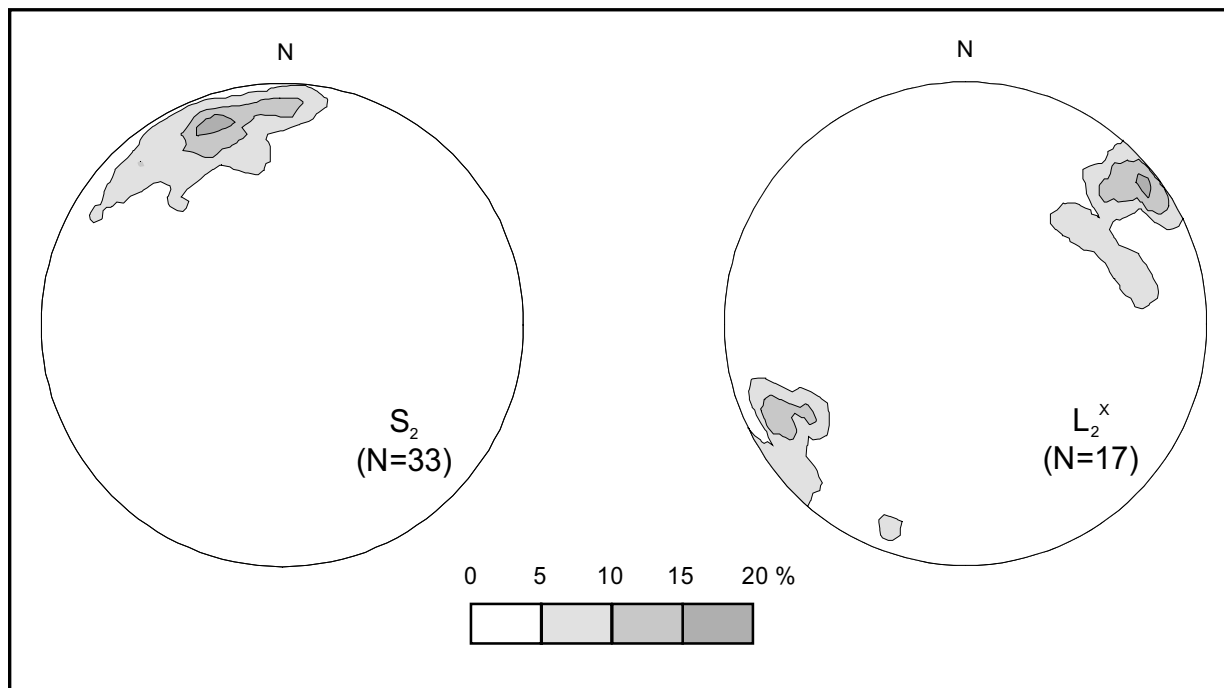
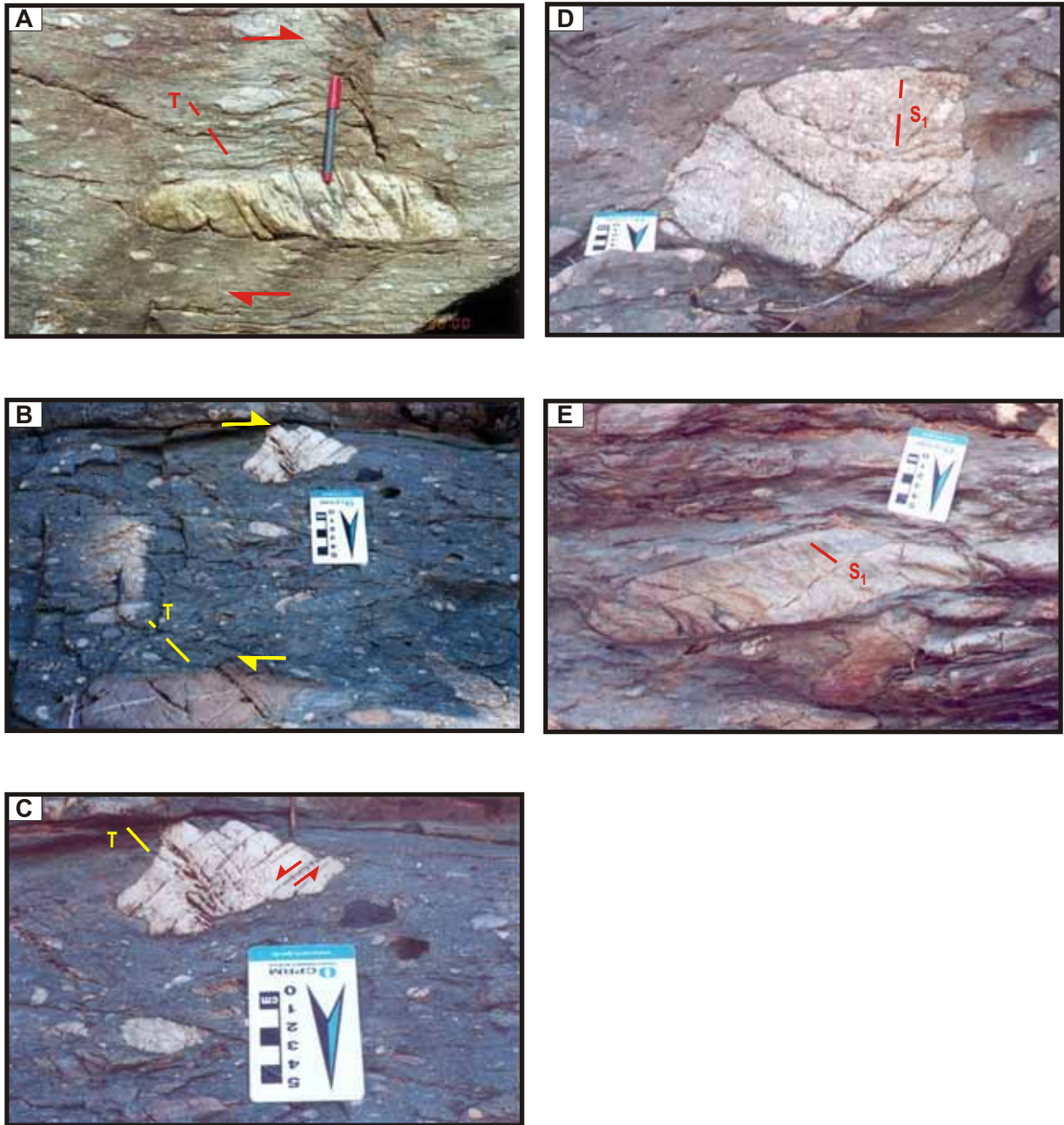


Figura 3.14 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_2 e da lineação L_2^x associadas com a Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo.

A assinatura da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo é bastante evidente nos litotipos do Complexo Riacho Gravatá e no Grupo Cachoeirinha. Nos metaconglomerados da Formação Serra do Olho d'Água (Grupo Cachoeirinha), esta representa a única deformação dúctil presente nestes litotipos, onde puderam ser observados clastos assimétricos, juntas de distensão, fraturas antitéticas (Prancha 3.25) e basculamento do acamamento (Figura 3.15).

A Zona de Cisalhamento Juru possui direção aproximadamente leste-oeste, imprimindo uma foliação de alto ângulo e lineação de baixo *rake*, com cinemática transcorrente dextral, afetando principalmente os litotipos do Complexo Riacho Gravatá (figuras 3.2, 4.14 e Anexo 1). Apesar de ser uma estrutura considerada como de importância secundária na bibliografia, dados aeromagnéticos (ver Capítulo 4) indicam tratar-se de uma estrutura relevante para o arcabouço da Zona Transversal.

Outras feições observadas nas adjacências da Zona de Cisalhamento Juru são enxames de diques básicos (gerados ou rotacionados ? neste evento/estrutura) e veios de quartzo com espessuras métricas. Estes diques básicos podem ser observados tanto na Zona de Cisalhamento Juru (norte de Tavares-PB), como a sul desta estrutura (Prancha 3.26).



Prancha 3.25 A, B, C) Critérios cinemáticos evidenciando movimento transcorrente dextral associado à Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo, impresso nos metaconglomerados da Formação Serra do Olho d'Água. Observar clastos assimétricos e juntas de distensão escalonadas (T), além de fraturas antitéticas (estilo dominó; B, C). Em (D, E), observar *fabric* prévio, impresso em seixos de metagranitóide Cariris Velhos (D) e metariolito do Complexo Riacho Gravatá (E). Fotografias dos afloramentos PC-88 (foto A), PC-272 (foto E) e PC-277 (fotos B a D), todos situados a NW de Poços dos Cachorros-PB.



Prancha 3.26 - *Augen* gnaisses Cariris Velhos cortado por enxames de diques básicos de textura fina, anfibolitizados. O *fabric* (D_1 ou $D_1 + D_2$) parece ser o mesmo em ambos os litotipos (detalhe em B). Afloram a norte de Tavares-PB (afloramento PC-63; fotografias A e B) e a sul de Macacos-PB (afloramento W-101; fotografia C).

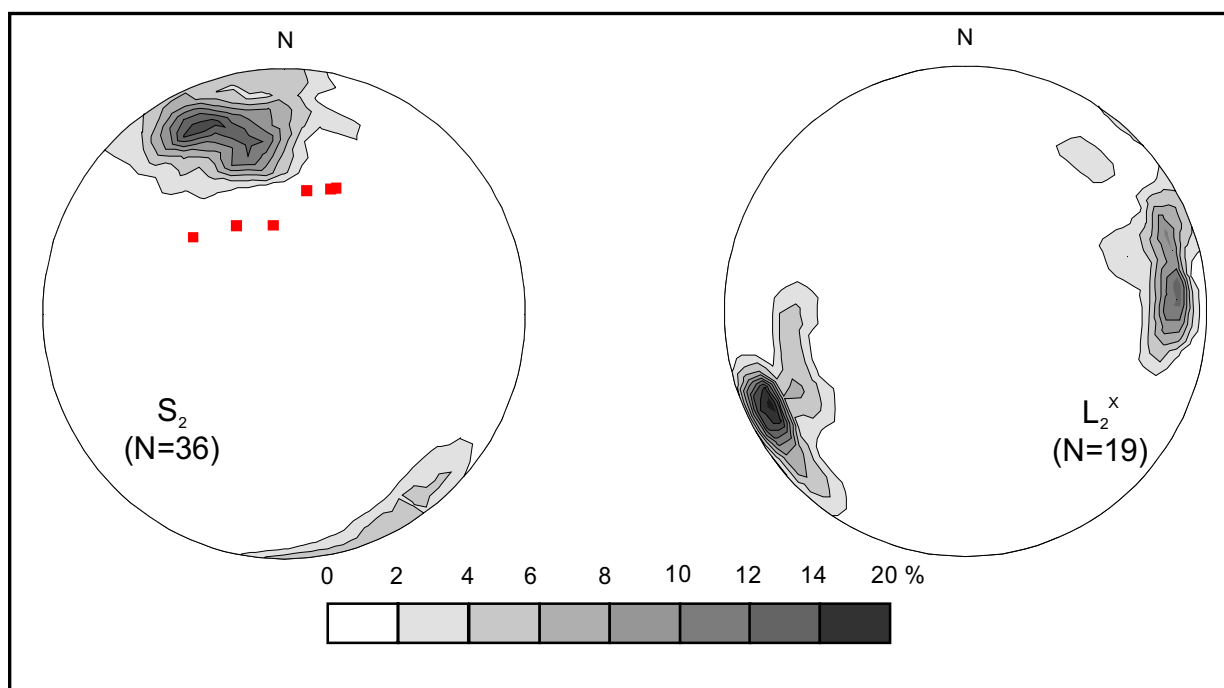


Figura 3.15 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_2 e da lineação L_2^x , em litotipos do Grupo Cachoeirinha e do Complexo Riacho Gravatá afetados pela Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo. Ressalta-se o basculamento do acamamento S_0 (quadrados/pontos em vermelho) dos metaconglomerados da Formação Serra do Olho d'Água, em virtude da superposição do referido cisalhamento (evento D_2).

Com relação à Zona de Cisalhamento Afogados da Ingazeira, a cinemática é transcorrente sinistral (por vezes apresentando um componente oblíquo/transpurrão sinistral), com o plano médio da foliação S_2 verticalizado (ou mergulhando muito forte 70° a 80° para SE) e direção aproximadamente NE-SW. A lineação L_2^x associada é subhorizontal, de baixo *rake* e com direção aproximadamente NE-SW (Figura 3.16). Feições deformacionais associadas a esta estrutura foram evidenciadas nos complexos Riacho Gravatá e Sertânia/São Caetano, gnaisses migmatíticos da região de Afogados da Ingazeira-PE e granitóides neoproterozóicos (tipo Brejinho).

Um componente de empurrão oblíquo para esta estrutura foi admitido por Sales (1997), em estudos nas adjacências da cidade de Afogados da Ingazeira (PE).

O Lineamento Patos constitui numa das estruturas mais marcantes da Província Borborema, delimitando os domínios do Rio Grande do Norte (Faixa Seridó) e da Zona Transversal (Figura 3.1), sendo aqui evidenciada em litotipos da Formação Santana dos Garrotes (Grupo Cachoeirinha), Grupo Seridó, Complexo Caicó e granitóides brasileiros.

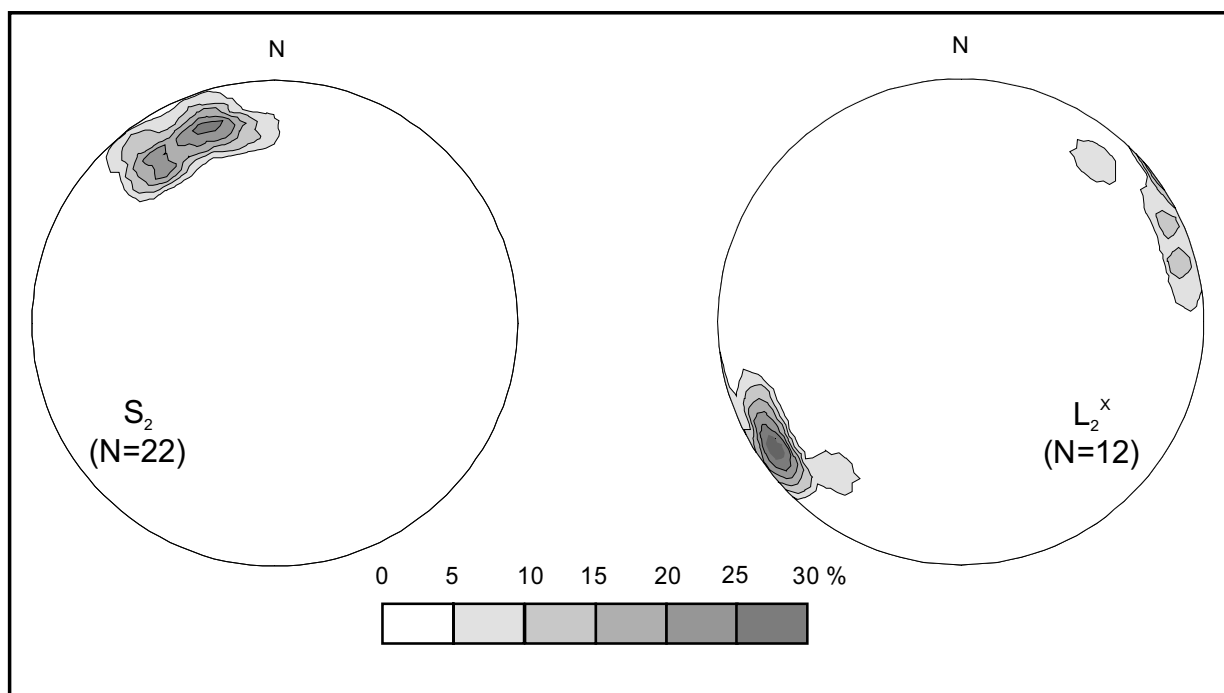


Figura 3.16 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_2 e da lineação L_2^x associadas com a Zona de Cisalhamento Afogados da Ingazeira, na região do presente estudo (setor desta estrutura a norte-nordeste da cidade homônima).

A cinemática do Lineamento Patos é transcorrente dextral, onde o plano médio da foliação S_2 é verticalizado ou mergulha muito forte (80° a 90°) para sul, com direção aproximadamente leste-oeste. A lineação associada (L_2^x) é sub-horizontal de baixo *rake*, com direção aproximadamente leste-oeste (Figura 3.17).

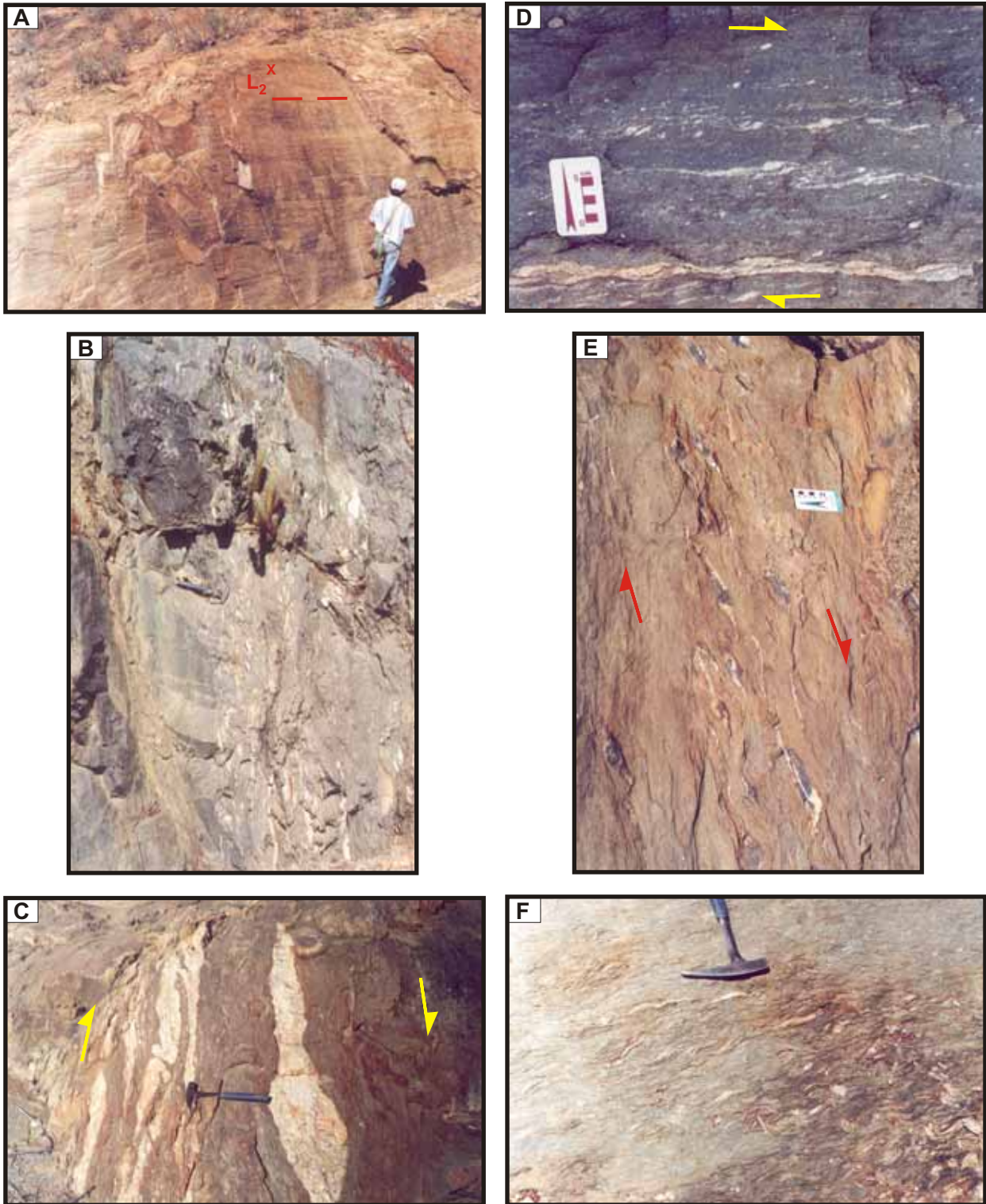
Feições tectônicas relacionadas ao Lineamento Patos podem ser exemplificadas por dobras apertadas (alto *strain*) com plano axial verticalizado, pela foliação de alto ângulo associada com a lineação de baixo *rake*, critérios cinemáticos (*boudins*, *fabric* S-C e clastos e porfiroblastos sigmóidais) transcorrentes dextrais (pranchas 3.27, 3.28 e 3.29).

Uma idade do final do Neoproterozóico III (orogênese Brasileira) para o Lineamento Patos é admitida neste trabalho, fato este já consagrado na literatura.

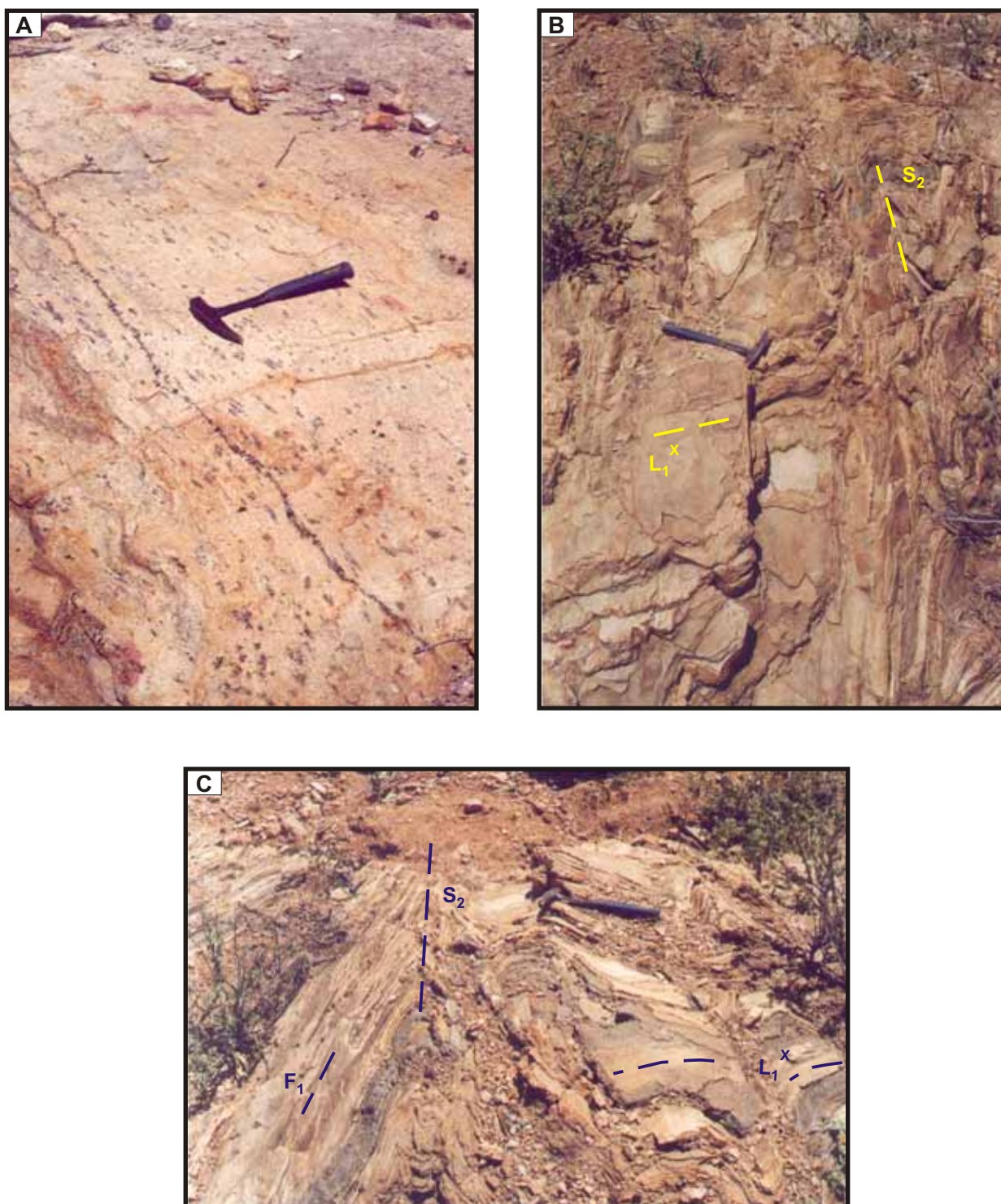
A Figura 3.18 sumariza as principais estruturas (zonas de cisalhamento) e cinemática dos eventos deformacionais discutidos acima (D_1 e D_2).



Prancha 3.27 - A) Vista panorâmica ilustrando a foliação S_1 com mergulho suave para sul, nos micaxistos da Formação Santana dos Garrotes. Próximo à linha de ferro, o *fabric* S_2 de alto ângulo (no caso o Lineamento Patos) passa a dominar. Ao fundo (sul), observa-se o batólito granitóide de Teixeira. Fotografia tirada a leste da cidade de Salgadinho-PB). B) Dobras D_2 de alto *strain* (apertadas), com plano axial (S_2) de forte mergulho, afetando micaxistos da Formação Santana dos Garrotes e veios pegmatóides brasilianos da região de Passagem-PB (afloramento PC-437). C) Dobra D_2 afetando o bandamento antigo (S_1) de ortognaisses migmatíticos (Complexo Caicó ?) da região a SE de Patos-PB (afloramento PC-388). D) Zonas de cisalhamento D_2 , antitéticas ao movimento dextral do Lineamento Patos, na região a SW de Patos-PB (afloramento PC-386).



Prancha 3.28 - A) Foliação de alto ângulo com lineação de baixo *rake* ($C_2 + S_2$, L_2^x) em milonitos do Lineamento Patos na região de Salgadinho-PB (afloramento PC-444); o protólito são ortognaisses bandados (ver prancha 3.29B,C). B) Foliação $S_2 + C_2$ em micaxistos de alto grau correlacionados à Formação Seridó a leste de Juazeirinho-PB. C, D) Critérios cinemáticos (*boudins* e clastos sigmoidais) de transcorrência dextral em milonitos derivados de micaxistos de alto grau, provavelmente relacionados à Formação Seridó (afloramento PC-413, a sul de Patos-PB). E) Porfiroblastos rotacionados de turmalina (afloramento PC-445). F) *Fabric* milonítico S-C (afloramento PC-413, SE de Cacimba de Areia-PB) em milonitos do Lineamento Patos, com protólitos equivalentes aos micaxistos migmatíticos da Formação Seridó.



Prancha 3.29 - A) *Fabric* D_2 impresso em leucogranito com turmalina da região de Passagem-PB (afloramento PC-438). B) Dobras D_2 afetando dobras isoclinais e uma lineação de estiramento correlacionadas ao evento D_1 . As dobras F_1 estão impressas em um bandamento gnássico antigo (S_n); afloramento PC-443, a leste de Areias Baraúnas-PB). C) Idem relação anterior, com destaque para a lineação L_1^x dobrada).

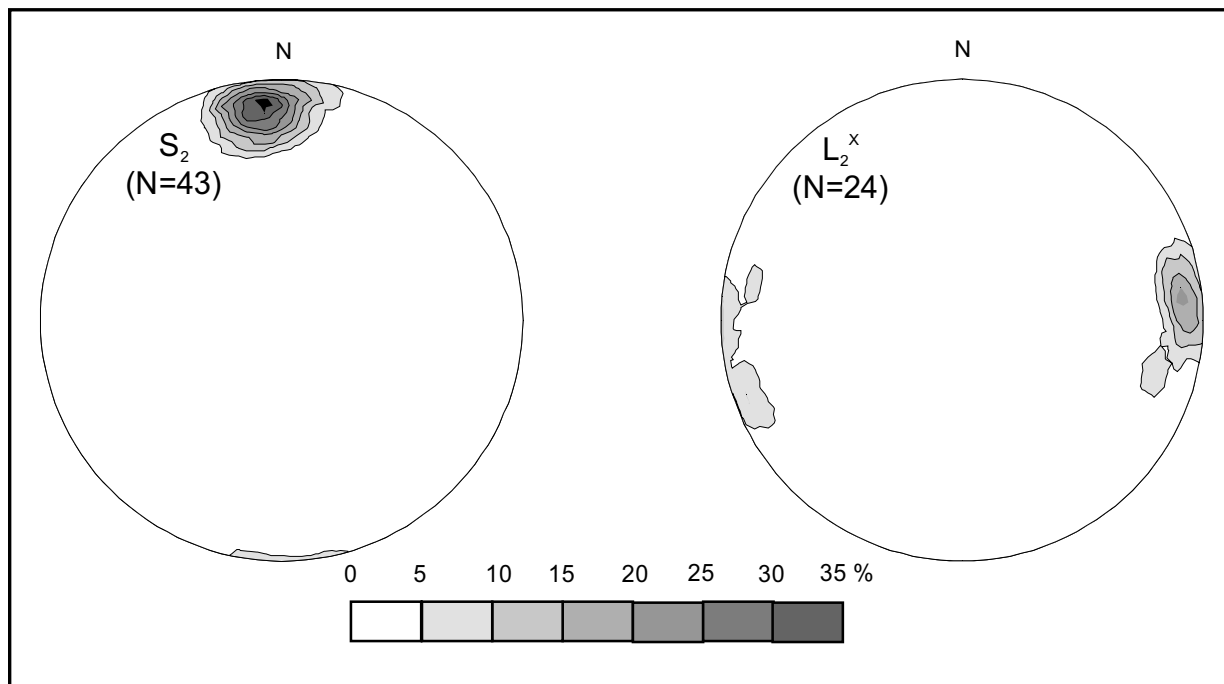


Figura 3.17 - Projeções estereográficas (equiárea e hemisfério inferior) da foliação S_2 e da lineação L_2^x associadas com o Lineamento Patos.

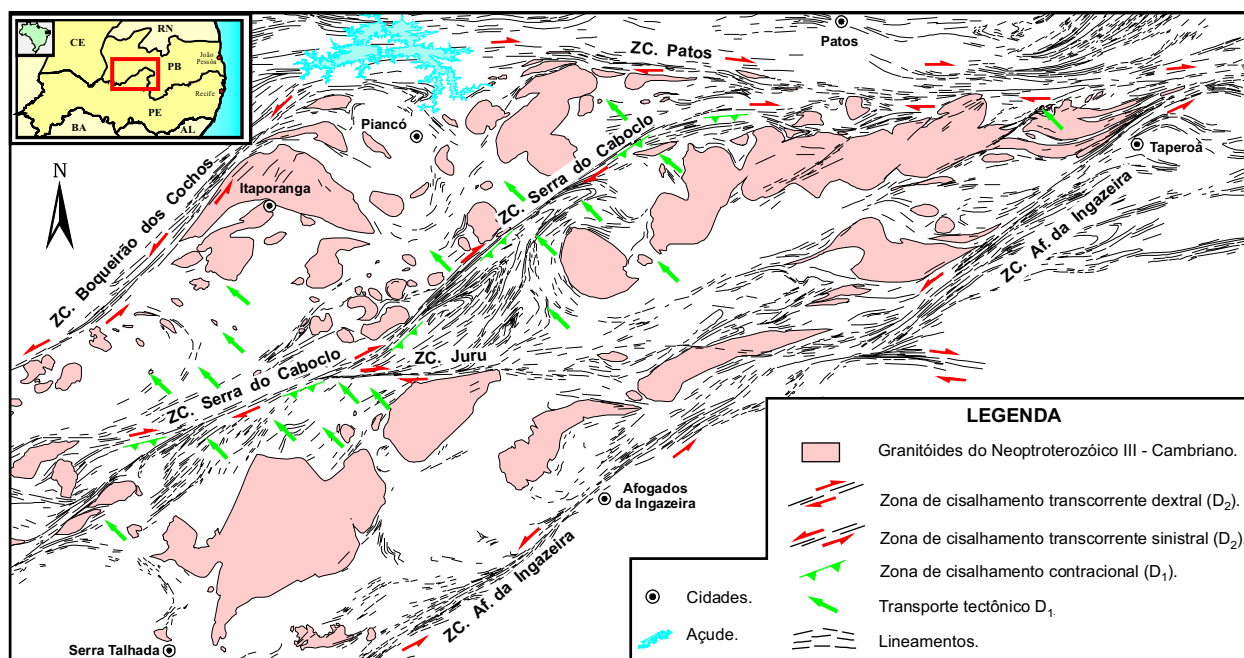


Figura 3.18 - Principais estruturas (zonas de cisalhamento) e cinemática dos eventos deformacionais observados na região (D_1 e D_2). Ver Anexo 1 para maiores detalhes.

- CAPÍTULO IV -

CARTOGRAFIA GEOLÓGICA E ARQUITETURA CRUSTAL DA REGIÃO ESTUDADA: CONTRIBUIÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO (IMAGENS LANDSAT 7 ETM+, AEROGAMAESPECTROMÉTRICAS E AEROMAGNÉTICAS).

4.1) Introdução: Características dos Dados (Satélite e Aerotransportados)

No presente capítulo, foram processadas e interpretadas imagens de satélite (Landsat 7 ETM+) e dados de levantamentos aerogeofísicos (aerogamaespectrométricos e aeromagnetométricos) cedidos pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) e pelo PPGG (Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte), conforme listados na Tabela 4.1.

O objetivo principal deste estudo foi de utilizar tais ferramentas com o intuito de aperfeiçoar o mapeamento das unidades estratigráficas e feições estruturais do **TPAB** e do **TAP**, contribuindo para a formulação de um modelo de estruturação cronológico-tectônico da região estudada.

As imagens de satélite disponíveis compreenderam as bandas do visível e infravermelho do satélite Landsat 7 ETM+ (bandas 1 a 7) com resolução espacial de 25 m e pancromáticas (banda PAN) com resolução espacial de 10 m. Este satélite capta imagens da superfície terrestre a partir de uma órbita heliossincrônica descendente, com 705 km de altitude. Estas imagens foram tratadas no programa ER Mapper (Versão 6.2) e/ou ENVI (Versão 3.4), onde se pode constatar um nível satisfatório de georeferenciamento/posicionamento dos mesmos, para a escala de trabalho da

pesquisa, através de pontos de controle de campo (obtidos com GPS de precisão espacial de ± 25 m).

Tabela 4.1 – Relação de dados/imagens digitais utilizadas

IMAGEM/DADOS		ÓRBITA/PROJETO (DATA)	CONCESSÃO
Satélite	Landsat 7 ETM+	WRS 217/65 (25/10/2000)	PPGG
		WRS 217/66 (10/09/2001)	
		WRS 216/65 (12/01/2001)	CPRM
		WRS 216/66 (06/10/2001)	PPGG
		WRS 215/65 (21/10/2001)	
		WRS 215/66 (07/05/2001)	
Avião	Aeromagnetometria	Cariris Velhos (1977/1997)	CPRM
	Aerogamaespectrometria		
	Aerogamaespectrometria	Parnamirim (1975/1997)	

Os dados aerogeofísicos (gamaespectrométricos e magnéticos) do Projeto Cariris Velhos foram originalmente obtidos pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) através da GEOFOTO S.A. (1977), a partir de um aerolevanteamento (altura de vôo de 150 m) segundo linhas de vôo norte-sul, espaçadas de 2 km (dados coletados com espaçamento médio de 110 m ao longo das linhas), cobrindo uma área de 68.000 km².

Os dados do Projeto Parnamirim (aerogamaespectrométricos) foram obtidos pela CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) através da empresa LASA S.A. (1975), a partir de um aerolevanteamento (altura de vôo de 135 m) em linhas norte-sul, espaçadas de 2 km (dados coletados com espaçamento médio de 110 m ao longo das linhas), cobrindo uma área de 55.000 km².

Os dados aerogamaespectrométricos, coletados nestes dois projetos, foram convertidos para meio digital pelo *Brazil Airborne Radiometric Mapping Project - BARMP* (GSC, CPRM & PGW, 1997). Neste último projeto (BARMP), os canais de K, U

e Th foram convertidos para valores em percentagem (canal do K) e ppm (canais de U e Th), sendo estes dados aqui processados em ambiente Oasis Montaj/GEOSOFT (Versão 5.1.2).

Com relação aos dados aeromagnéticos, serão utilizados aqueles obtidos pelo Projeto Cariris Velhos, convertidos para o meio digital pelo *South American Magnetic Mapping Project* (GETECH & PGW, 1996). Estes também foram processados em ambiente Oasis Montaj/GEOSOFT.

4.2) Processamento de Imagens de Satélite

As imagens de satélite (Landsat 7 ETM+) foram processadas seguindo duas escalas de abordagem: (i) mapeamento em nível de semi-detálhe a regional (integrando com dados de campo); (ii) consolidação dos dados obtidos na fase anterior com feições regionais, do âmbito da Zona Transversal e entidades adjacentes.

4.2.1) Processamento de Imagens de Satélite para Estudos em Escalas de Semi-detálhe a Regional

Este processamento foi aplicado com a finalidade de reconhecer unidades de paisagem (no caso especificamente as unidades geológicas) e feições estruturais (traços de foliações e lineações, zonas de cisalhamento, dobras, falhas, diques, etc.), que fornecessem subsídios para campanhas de campo e integração com dados das regiões mapeadas.

Com este objetivo foram utilizadas parte das cenas WRS 215/065 e 216/065, aplicando-se os procedimentos abaixo descritos e sumarizados na Figura 4.1:

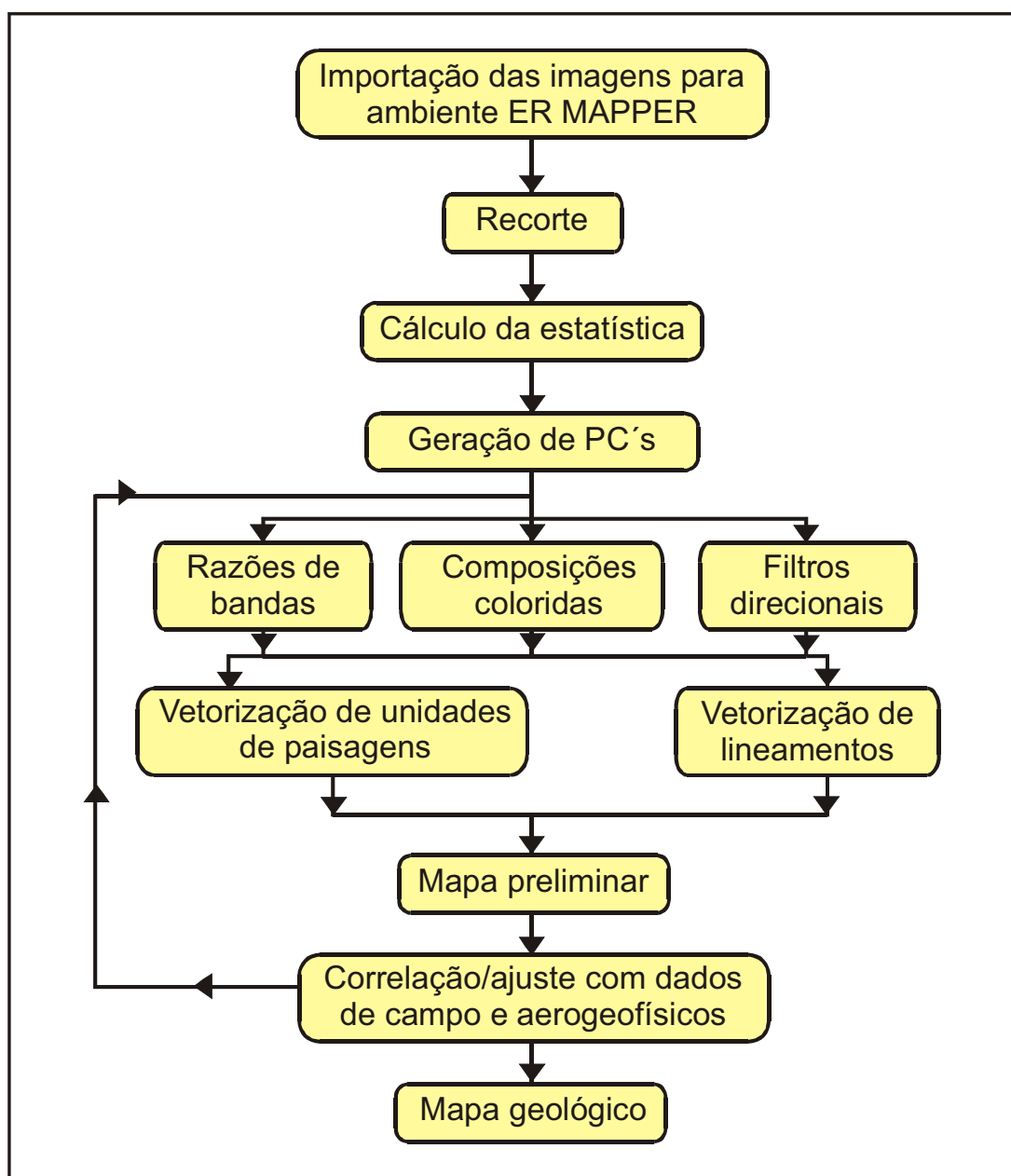


Figura 4.1 – Fluxograma da metodologia utilizada no processamento digital das imagens Landsat 7 ETM+, com o intuito de realçar as unidades geológicas em escala de semi-detalhe a regional.

- A) Importação das cenas/imagens para o programa ER Mapper;
- B) Seleção das partes das cenas (ou subcenas) nos limites geográficos da região a ser estudada;
- C) Cálculo de estatística das bandas;
- D) Geração das imagens por APC's (Análise por Principais Componentes);

E) Geração de razões de bandas e composições coloridas em RGB, RGBI, HRGB e IHS (utilizando as bandas originais e razões de bandas); aplicação de realce de contraste (geralmente do tipo *equalize* ou gaussiano), no intuito de realçar as unidades de paisagem da região;

F) Aplicação de filtragens direcionais com matrizes 3x3 e 5x5 para realçar feições lineares/lineamentos;

G) Vetorização de lineamentos e bordas das unidades de paisagem, a partir das imagens processadas.

Os passos *E* a *G* foram reinterpretados/revistos em várias ocasiões (correlacionando as imagens geradas com os dados de campo e aerogeofísicos), permitindo constatar que, apesar da simplicidade, em termos de processamento digital de imagens, a combinação RGB531 (Figura 4.2) foi a que melhor expressou as feições geológicas da região. Com relação aos filtros direcionais aplicados, o de Prewitt (1970), matriz 5x5, permitiu ressaltar as estruturas da área (Figura 4.3), fato este também reportado por Amaro (1998) na região do extremo Nordeste brasileiro. Deve ser ressaltado que tais resultados também são influenciados pelo caráter regional abordado no presente trabalho (escala 1:250.000).

4.2.2) Processamento de Imagens de Satélite para Estudos/Integrações Regionais

Com o objetivo de destacar os dados obtidos em uma concepção regional, no âmbito da Zona Transversal, e integrá-los aos dados aerogeofísicos disponíveis (magnéticos e gamaespectrométricos), foi realizado o processamento digital de seis cenas Landsat (WRS 215/065, 215/066, 216/065, 216/066, 217/065 e 217/066) com as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, seguindo a metodologia descrita abaixo:

A) Mosaicagem das cenas (banda a banda), com a finalidade de verificar a correlação espectral entre as imagens/cenas originais (Figura 4.4a);

B) Tendo em vista que as cenas WRS 216/65, 216/66 e 217/65 apresentavam (nas regiões de superposição) assinaturas espectrais similares, as demais cenas originais (WRS 215/65, 215/66 e 217/66) foram calibradas em relação às três primeiras, com o intuito de não apresentarem discrepâncias espectrais relevantes entre as cenas a serem integradas (Figura 4.4b);

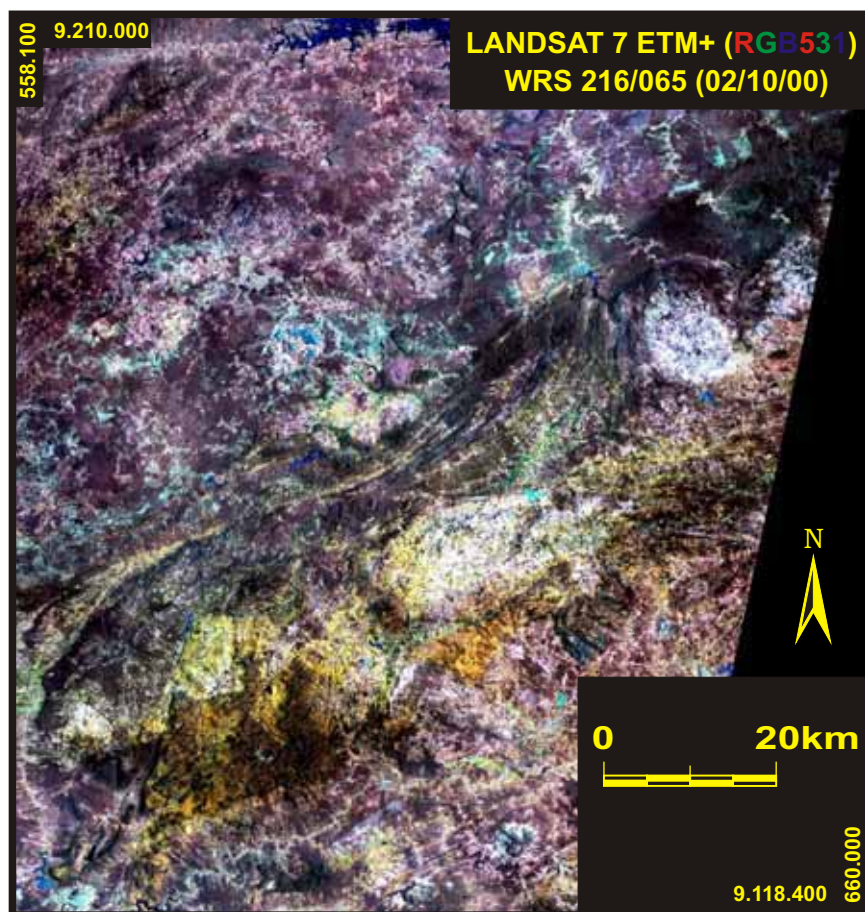


Figura 4.2 - Imagem Landsat ETM+ em combinação RGB531, com realce de contraste do tipo *equalize* aplicado as três bandas. As diferenças tonais serão correlacionadas com unidades litológicas, conforme descritas no item 4.5.

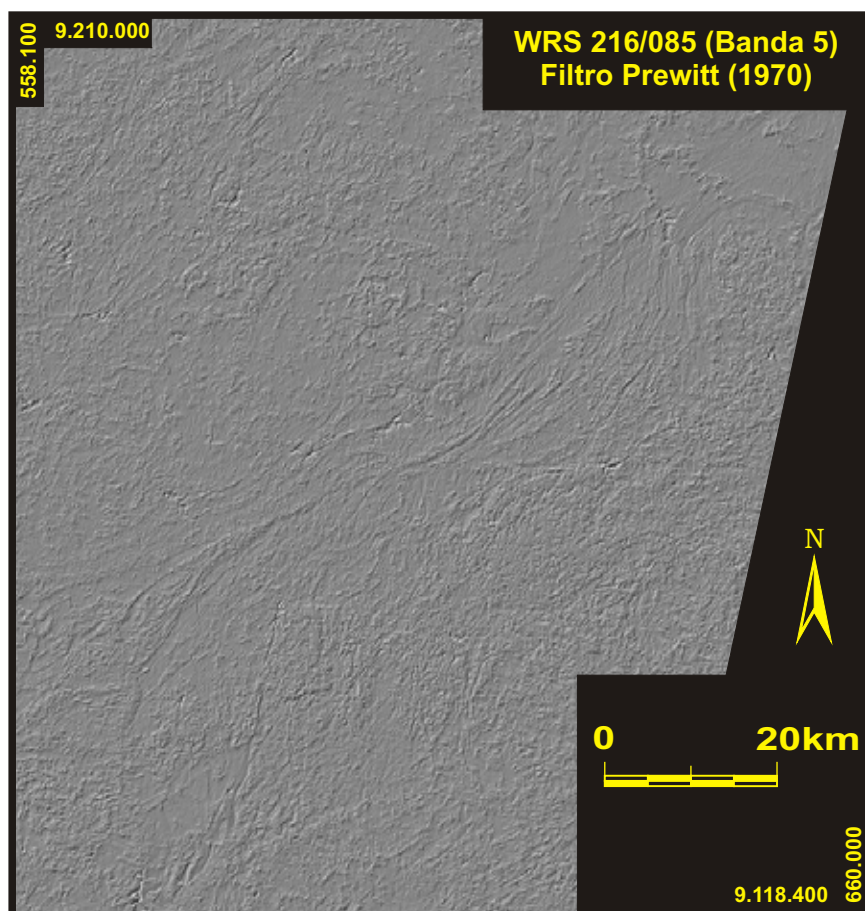


Figura 4.3 - Imagem Landsat ETM+, com aplicação do filtro Prewitt (1970) na banda 5, onde são ressaltados os lineamentos com direção NE-SW e E-W, dentre outros, os quais são analisados no item 4.5.

Filtro Prewitt (1970)

0	0	-1	-1	0
0	-1	-1	0	1
-1	-1	0	1	1
-1	0	1	1	0
0	1	1	0	0

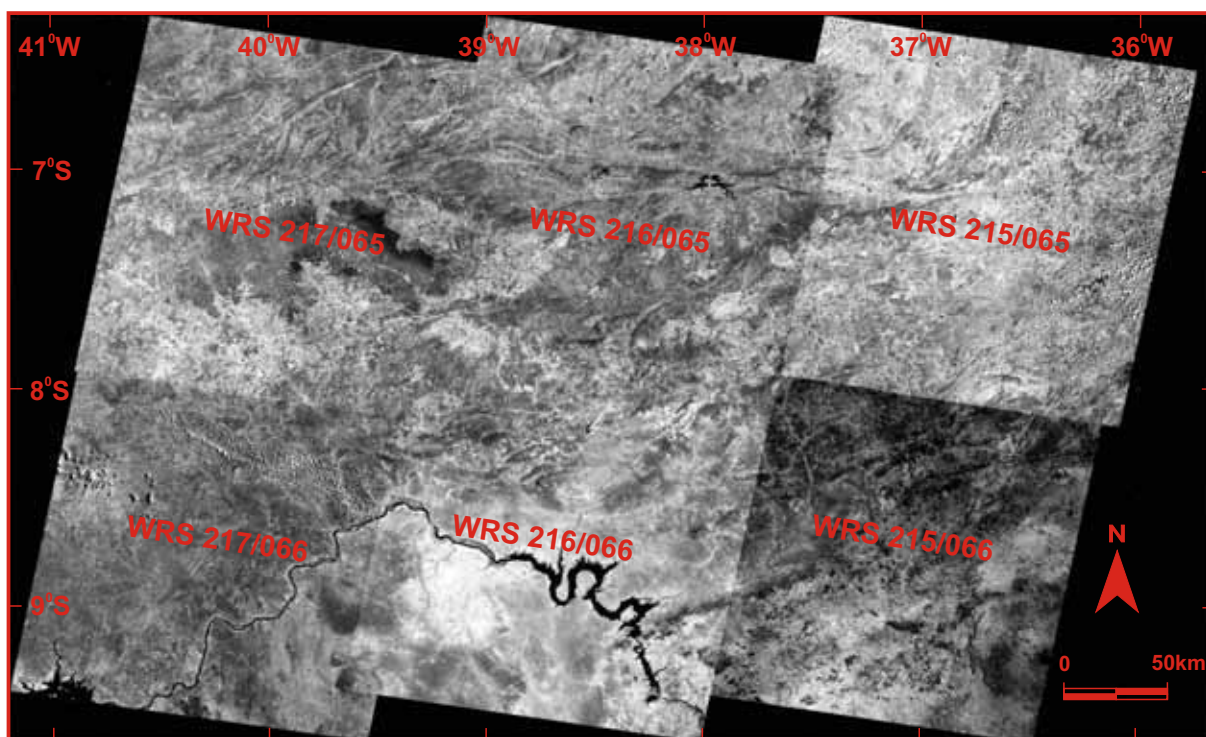


Figura 4.4a - Exemplo de mosaico (banda 5) gerado a partir das seis cenas originais. Notar as diferenças espectrais entre as cenas.

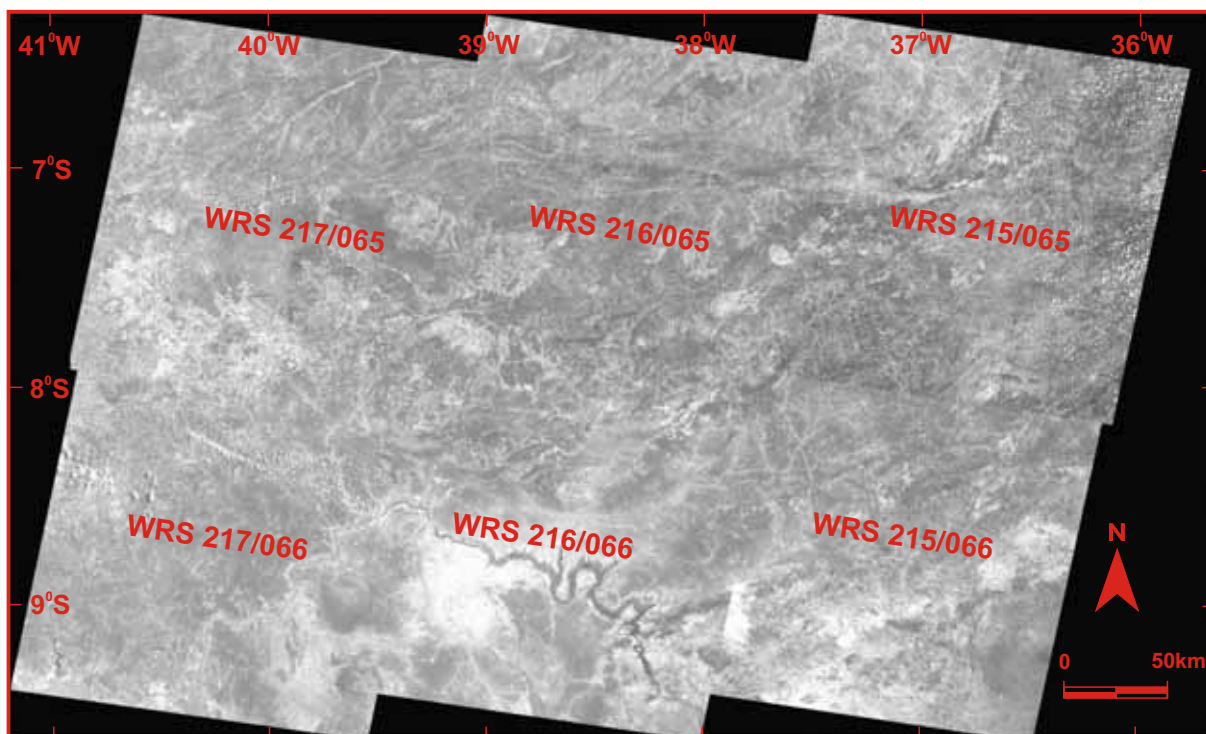


Figura 4.4b - Exemplo de mosaico (banda 5) gerado a partir das seis cenas originais, calibradas/processadas com o intuito de amenizar as diferenças espectrais entre as cenas.

C) Mosaicagem e recorte das seis bandas utilizadas, com resolução espacial de 100 m (Figura 4.5);

Os processamentos seguintes obedeceram aos passos C a G do item 4.2.1, considerando a visão regional a serem aqui destacada por meio de combinações coloridas, que realçaram várias feições geológicas da região estudada (Figura 4.6).

4.3) Processamento de Dados Aerogamaespectrométricos

Os dados aerogamaespectrométricos dos projetos Cariris Velhos e Parnamirim (U, Th e K) foram processados em ambiente Oasis Montaj/GEOSOFT, seguindo o procedimento descrito abaixo:

- A) Importação dos dados para o programa Oasis Montaj/GEOSOFT;
- B) Análise espacial das linhas de vôo;
- C) Gridagem bidirecional para os três canais (U, Th e K), utilizando uma malha regular de 500x500 m (1/4 do espaçamento das linhas de vôo);
- D) Testes de filtragens (filtros passa alta, passa baixa e direcionais) nos três canais;
- E) Mascaramento de bordas e geração das imagens monocanais e ternária (Figura 4.7);
- F) Análise/interpretação das imagens geradas, incluindo correlações com dados obtidos em campo, imagens de satélite e mapas aeromagnéticos;
- G) Vetorização das unidades aerogamaespectrométricas.

4.4) Processamento de Dados Aeromagnéticos

Os dados aeromagnéticos são oriundos do projeto Cariris Velhos, os quais também foram tratados em ambiente Oasis Montaj/GEOSOFT, realizado a análise espacial das linhas de vôo, gridagem numa malha regular de 500x500 m (1/4 do espaçamento das linhas de vôo) e filtragens (filtros passa alta, passa baixa e direcionais), constituindo a etapa de nivelamento dos dados.

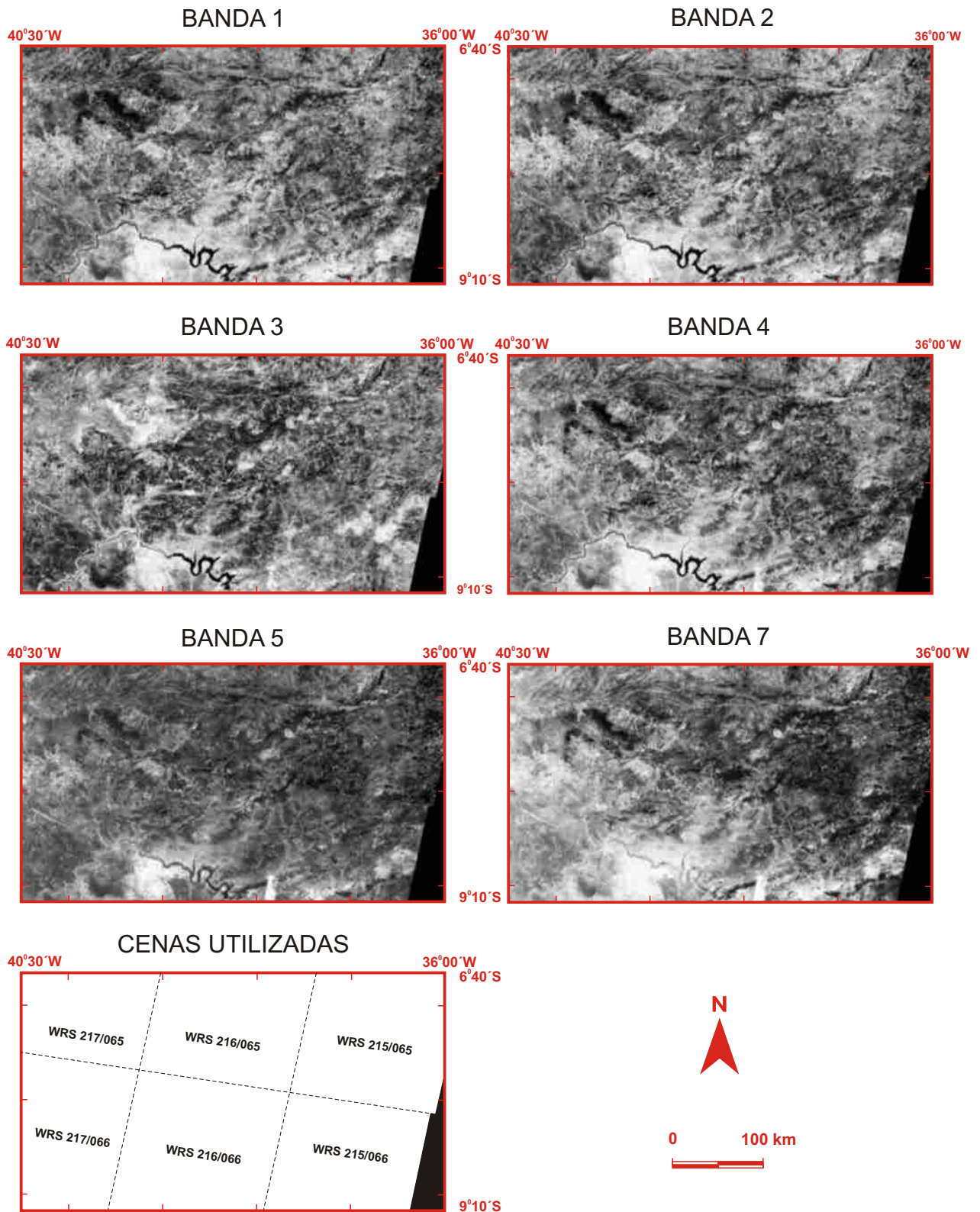


Figura 4.5 - Cenas/bandas Landsat 7 ETM+ (calibradas, mosaicadas e selecionadas) utilizadas no processamento digital, com o intuito de interpretação regional da Zona Transversal. Realce de contraste do tipo *equalize*.

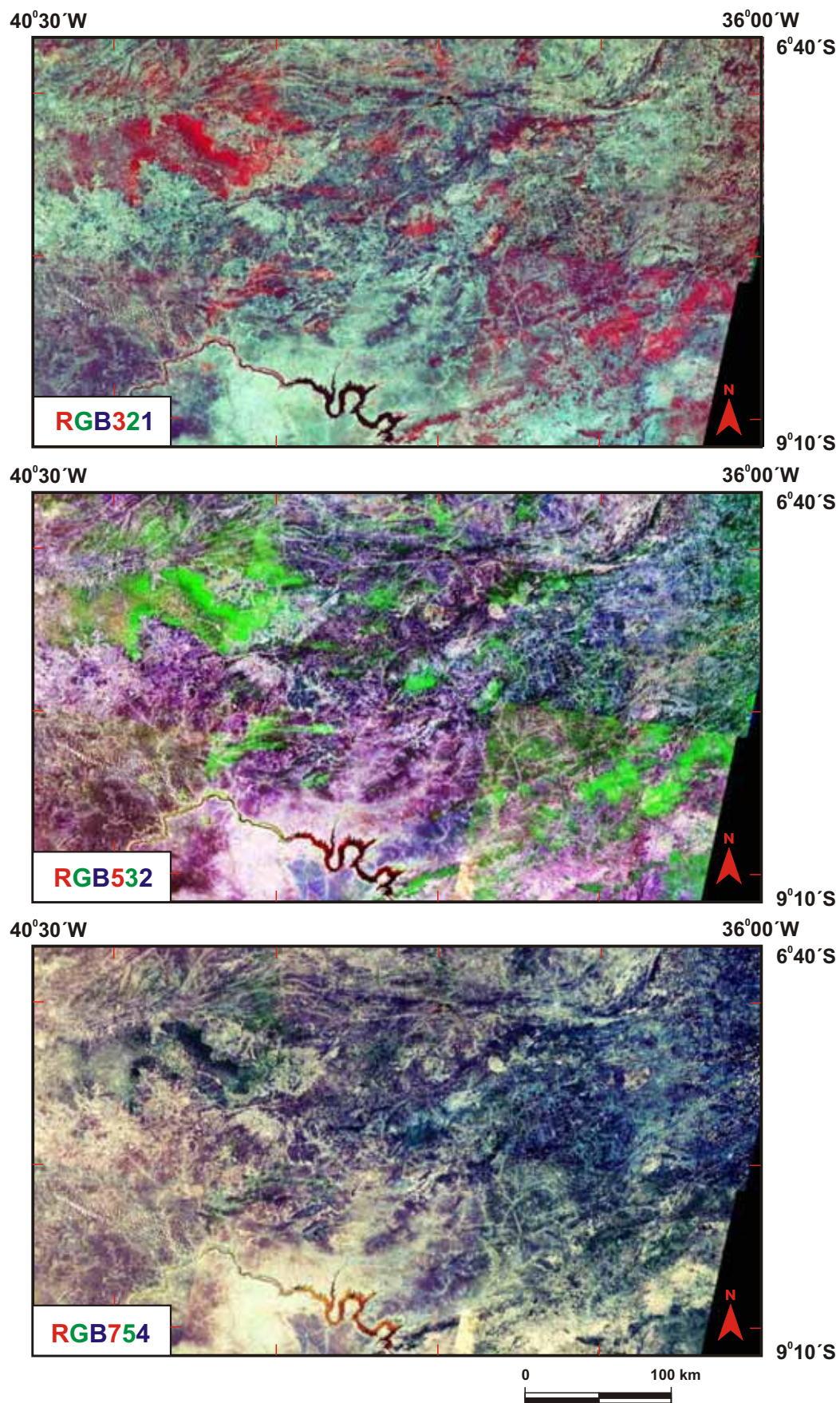


Figura 4.6 - Combinações RGB de cenas calibradas, mosaicadas e recortadas para enfoque regional, com realce de contraste do tipo *equalize* ou gaussiano, aplicado às bandas.

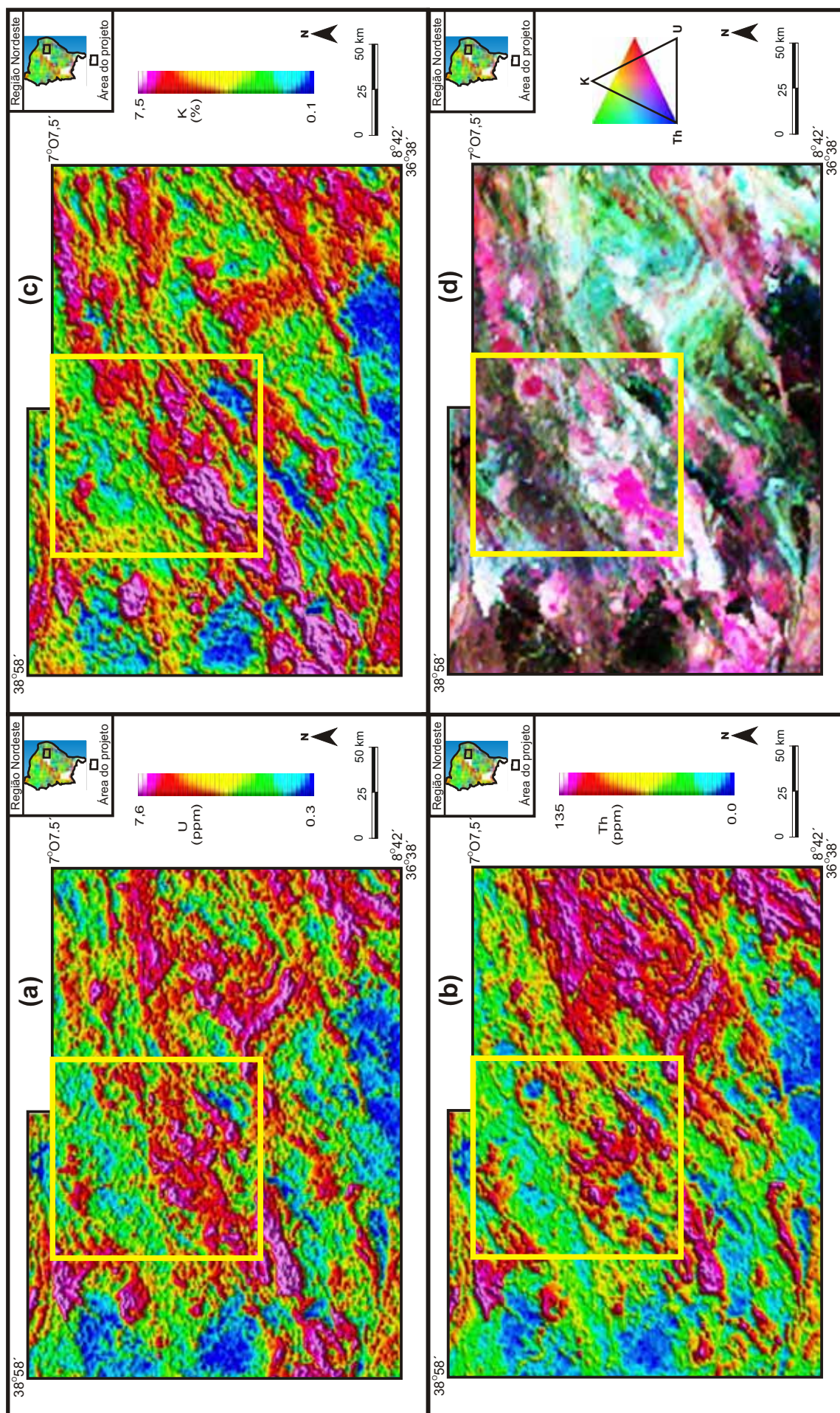


Figura 4.7 - Exemplos de imagens aerogamaespectrométricas geradas da porção central da Zona Transversal. (a) Canal do U; (b) Canal do Th; (c) Canal do K; (d) Imagem ternária K-Th-U. Os retângulos em amarelo correspondem às áreas das figuras 4.2 e 4.3.

Este nivelamento de dados teve o intuito de, por meio de alguns artifícios computacionais, obter uma melhor representatividade gráfica/geológica dos dados gerados. Entretanto, podem ser observadas porções com ruídos de sinal elevado (por exemplo na borda norte da área), em função do forte efeito/ruído de borda e problemas na obtenção/captação do dado original (Figura 4.8).

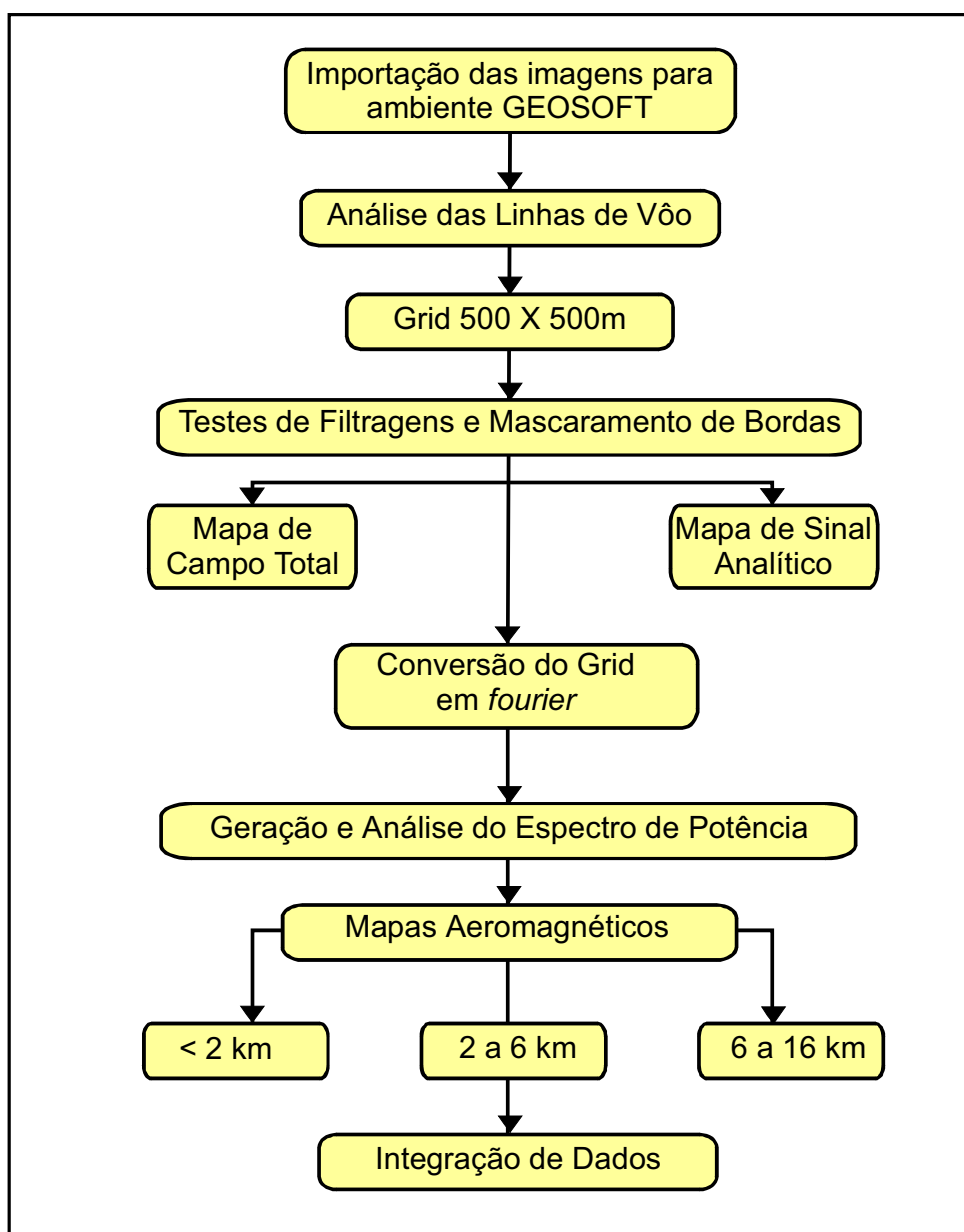


Figura 4.8 - Fluxograma da metodologia utilizada no processamento digital das imagens aeromagnéticas do Projeto Cariris Velhos (porção central da Zona Transversal).

Posteriormente foi obtido, por filtragem direcional e mascaramento de bordas, o mapa de campo total (Figura 4.9a) e do sinal analítico da região (Figura 4.9b). Para os demais processamentos, foram seguidos os passos abaixo relacionados:

A) Preparação/expansão da malha/grid (conversão para o domínio da frequência/Fourier);

B) Geração e análise do espectro de potência (Figura 4.9c) para obter os valores de *cut off* a serem utilizados nas filtrações regionais/residuais. Utilizando o modelo de Spector & Grant (1970), foram identificados valores que permitiram representar os topos das anomalias (modelo prisma) nas profundidades menores que 2 km (comprimento de onda menor que 10,1 km), entre 2 a 6 km (comprimento de onda entre 10,1 e 125,6 km) e entre 6 a 16 km (comprimento de onda maior que 125,6 km);

C) Elaboração dos mapas aeromagnéticos com os topos das anomalias nas profundidades menores que 2 km, entre 2 a 6 km e entre 6 a 16 km (Figura 4.10);

D) Análise/interpretação dos mapas gerados e integração com os dados obtidos em campo, imagens de satélite e mapas aerogamaespectrométricos;

E) Vetorização dos lineamentos aeromagnéticos e elaboração do mapa de lineamentos aeromagnéticos em correlação aos elementos estruturais e unidades geológicas.

4.5) Resultados Obtidos

4.5.1) Imagens Landsat e Aerogamaespectrométricas

A) Unidades de paisagens (geológicas) e aerogamaespectrométricas

As unidades de paisagens delineadas nas imagens Landsat 7 ETM+ foram obtidas a partir das combinações coloridas de bandas originais e razões de bandas, onde as unidades geológicas da região (complexos gnáissicos, supracrustais, ortognaisses e granitóides, todos de idade pré-cambriana) foram mais bem evidenciadas na combinação RGB531, aplicando realce de contraste (*equalize*) às três bandas individualmente (Figura 4.11 e Tabela 4.2).

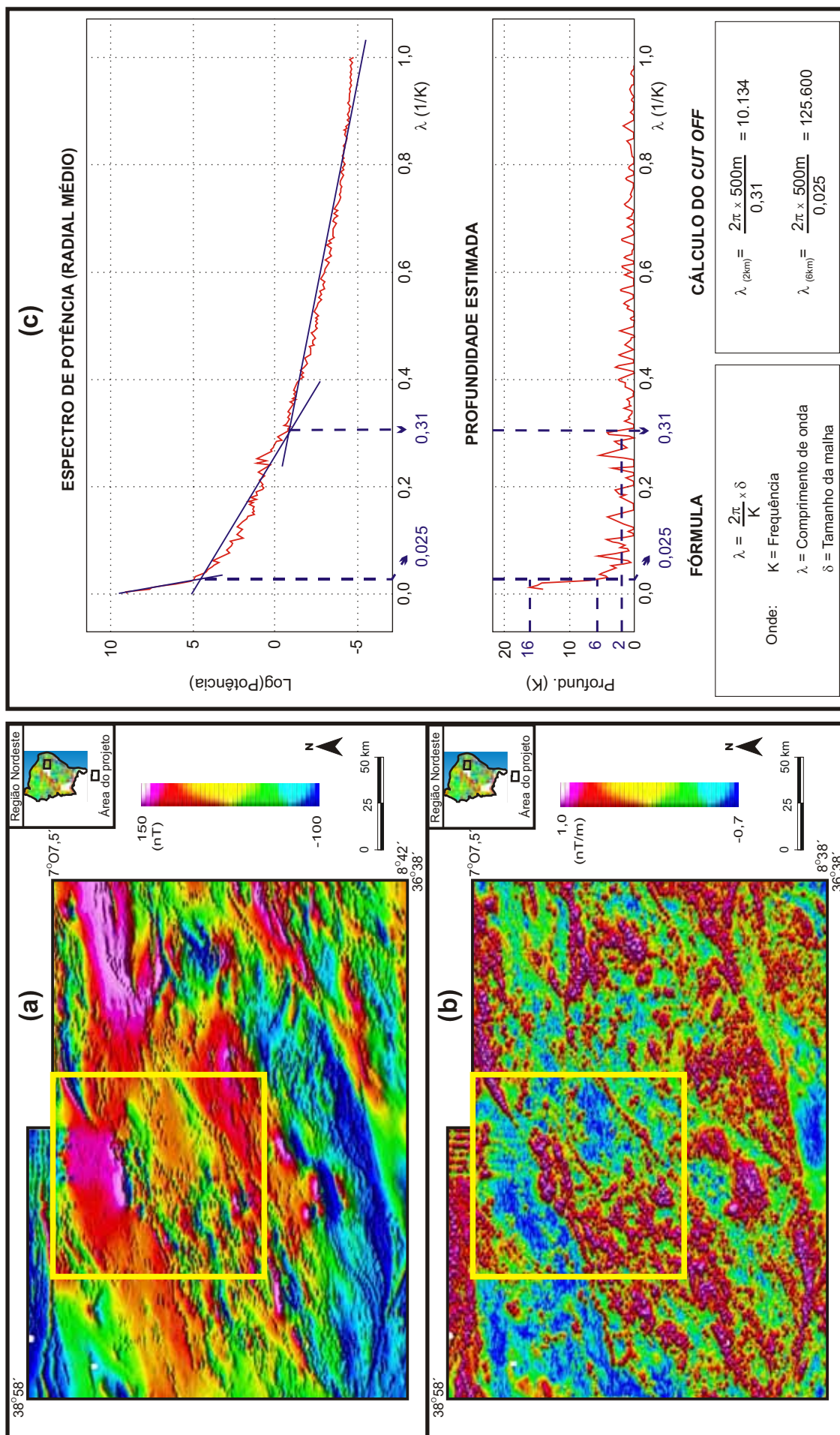


Figura 4.9 - Imagens aeromagnéticas e espectro de potência da porção central da Zona Transversal. (a) Mapa de campo total; (b) Mapa do sinal analítico; (c) Espectro de potência. Os retângulos em amarelo correspondem às áreas das figuras 4.2 e 4.3.

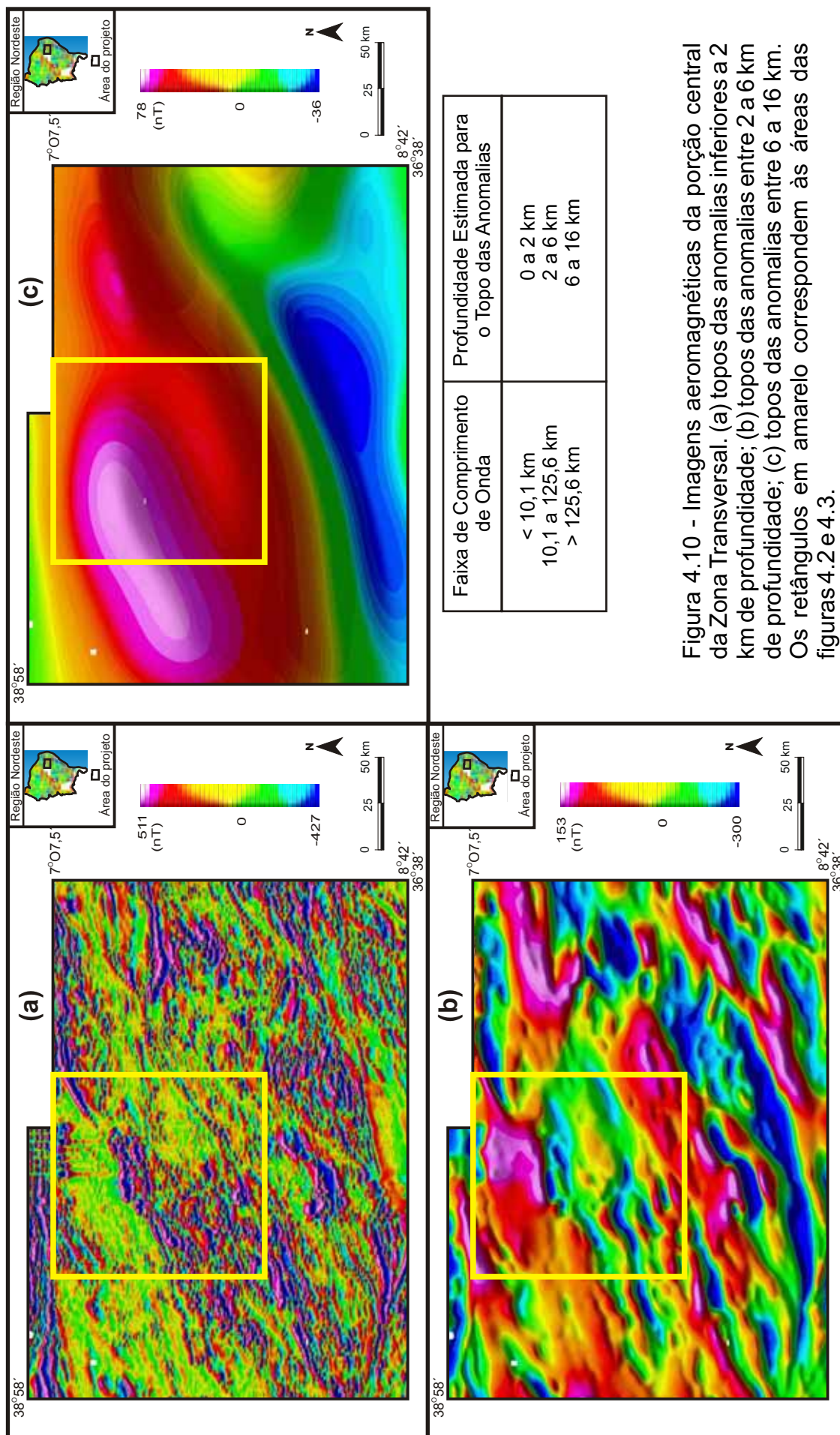


Figura 4.10 - Imagens aeromagnéticas da porção central da Zona Transversal. (a) topos das anomalias inferiores a 2 km de profundidade; (b) topos das anomalias entre 2 a 6 km de profundidade; (c) topos das anomalias entre 6 a 16 km. Os retângulos em amarelo correspondem às áreas das figuras 4.2 e 4.3.

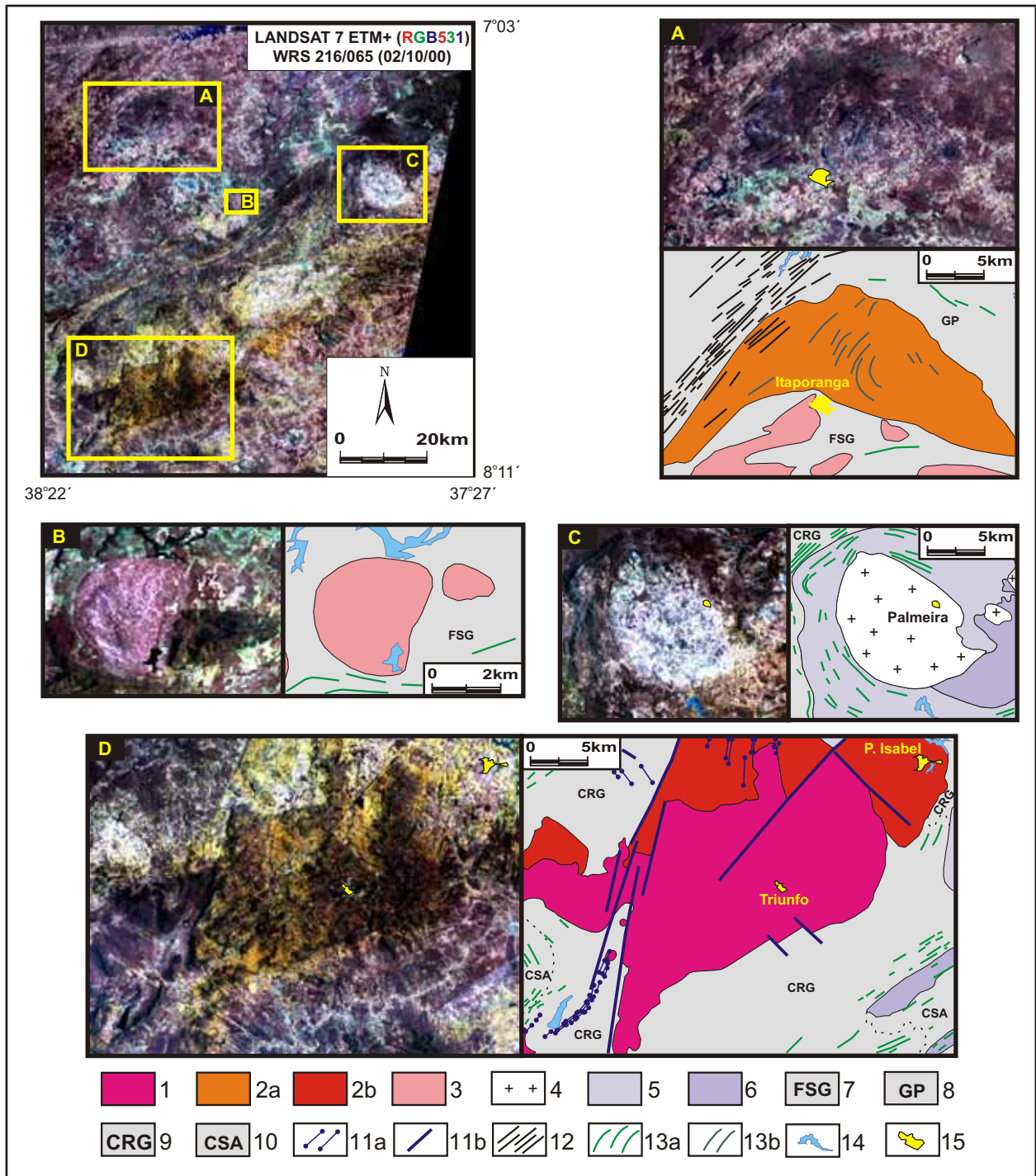


Figura 4.11 - Imagens Landsat RGB531 (realce de contraste do tipo *equalize* aplicado às três bandas) e correspondentes interpretações de unidades de paisagem/geológicas e lineamentos, da região entre Serra Talhada-PE e Catingueira-PB. Legenda: 1-granitóides ultrapotássicos/peralcalinos (tipo Triunfo/Catingueira); 2-granitóides K-cálcio-alcálicos (2a-tipo Itaporanga e 2b-tipo Tavares); 3-granodioritos e tonalitos cálcio-alcálicos (tipo Conceição); 4-granitóides de afinidade trondjhemítica (tipo Palmeira/Serrita); 5-*augen* gnaisses; 6-ortognaisses; 7-Formação Santana dos Garrotes; 8-Gnaiss Piancó; 9-Complexo Riacho Gravatá; 10-Complexo Serra Talhada-Afogados da Ingazeira; 11-lineamentos tipo LRE (11a-associados a diques e 11b-associados a falhas) e 12-lineamentos tipo LRA (associados a estruturas/feições transcorrentes-D2); 13-lineamentos tipo LCE (13a-associados a estruturas/feições da cinemática tangencial-D1 e 13b-associados com fluxo magmático-S0); 14-açude; 15-cidade.

Tabela 4.2 - Principais feições obtidas para as unidades geológicas (unidades de paisagem) da região entre Serra Talhada (PE) e Assunção (PB).

UNIDADE GEOLÓGICA	IMAGEM RGB531	GEOMORFOLOGIA /RELEVO	RADIOMETRIA (K %)
Complexo Serra Talhada	Róseo claro	Aplainado	Intermediária a alta
Grupo Cachoeirinha	Róseo acinzentado a azulado	Aplainado	Intermediária a baixa
Complexo Riacho Gravatá	Amarelado, castanho esverdeado, cinza/marrom escuro e róseos	Aplainado com elevações	Intermediária a baixa
Ortognaisses	Róseo, vermelho-amarelado e marrom escuro	Aplainado	Intermediária a alta
Sienitóide Tipo Triunfo	Marrom escuro a amarelado	Elevado	Alta
Suíte Tipo Itaporanga	Marrom escuro	Aplainado com morros testemunhos	Intermediária a alta
Suíte Tipo Conceição	Róseo escuro	Aplainado	Intermediária
Suíte Tipo Palmeira	Esbranquiçado	Aplainado	Intermediária
Suíte Tipo A (Solidão)	Tons amarronzados e azulados	Aplainado com morros testemunhos	Intermediária

No conjunto das imagens aerogamaespectrométricas geradas, ressaltam-se a do canal do K e o mapa ternário K-Th-U (Figura 4.12), tendo em vista a forte correlação destas imagens com unidades geológicas da região, considerando a escala do trabalho aqui abordado (1:250.000).

Na primeira imagem (Figura 4.12a), observa-se uma forte anomalia de K (atingindo 7% de K) associada ao sienito ultrapotássico de Triunfo (PE). Anomalias moderadas a altas são observadas para as suítes K-cálcio-alcálicas (por exemplo, granitóide de Itaporanga-PB), valores intermediários estão associados aos granitóides cálcio-alcálicos (tipo Conceição-PB), enquanto que os valores mais baixos são correlacionáveis às seqüências metasupracrustais da região (Grupo Cachoeirinha e Complexo Riacho Gravatá), conforme observado na Tabela 4.2 e na Figura 4.12. Estes valores de K são compatíveis/correlacionáveis aos dados litogeoquímicos (rocha total)

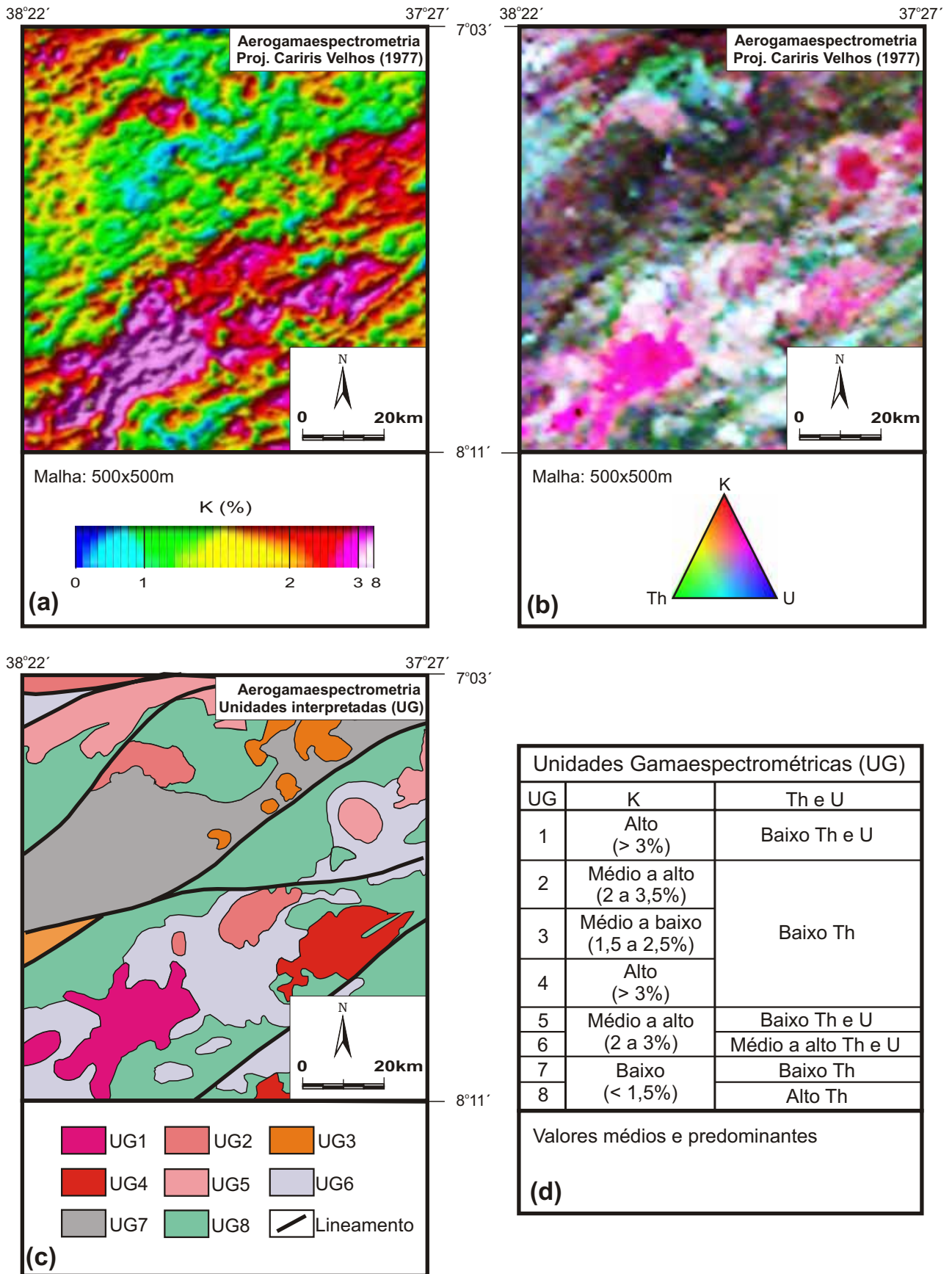


Figura 4.12 - Imagens aerogamaespectrométricas. (a) canal do K; (b) mapa ternário K-Th-U; (c) mapa de unidades aerogamaespectrométricas-UG interpretadas; (d) características das UG's.

obtidos nestas unidades, reforçando a importância desta ferramenta em levantamentos geológicos.

No mapa ternário K-Th-U (Figura 4.12b) é bastante evidente a correlação entre as unidades e lineamentos aerogamaespectrométricos, com aqueles obtidos nas imagens Landsat 7 ETM+. Tais feições correspondem às principais unidades geológicas e zonas de cisalhamento cartografadas na região.

B) Lineamentos

Os lineamentos foram obtidos em imagens Landsat geradas pela filtragem direcional (Prewitt 1970) em matrizes 5x5 (a semelhança de parte da metodologia utilizada por Strieder & Amaro 1997 e Amaro 1998), aplicadas às bandas 4, 5 e PC1 (esta obtida a partir das bandas 1 a 7) com apoio da combinação RGB531 e de mapas aerogamaespectrométricos (mapa ternário K-Th-U). Foram destacados três conjuntos de lineamentos (figuras 4.11 e 4.13), sendo eles:

- Lineamentos retilíneos e espaçados (**LRE**), que cortam/truncam unidades geológicas;
- Lineamentos retilíneos (alguns componentes com tendências curvilineares) adensados (**LRA**), sendo que o maior grau de adensamento demarca as zonas de cisalhamento da região.
- Lineamentos com formas geralmente curvilíneas, espaçados (**LCE**), apresentando alguns segmentos retilíneos quando da presença/aproximação dos **LRA**. Na região estudada, os **LCE** apresentam-se com grau de adensamento frequentemente inferior ao dos **LRA** e superior ao dos **LRE**.

Os **LRE** foram observados somente nas imagens Landsat 7 ETM+, onde os dados de campo permitiram associá-los com estruturas tardias/frágeis do final do Neoproterozóico (ou mais jovem ?), cartografadas em associação (condutos preenchidos) com diques de sienito (tipo Manaíra-Princesa Isabel, descritos por Ferreira 1986), veios de quartzo ou falhas. Tal correlação elucidada a ausência de observação destes lineamentos nas imagens aerogamaespectrométricas, tendo em vista a pequena espessura (menos de 4 m) do alvo/estrutura, quando comparado com a malha/*grid* dos dados radiométricos (500x500 m).

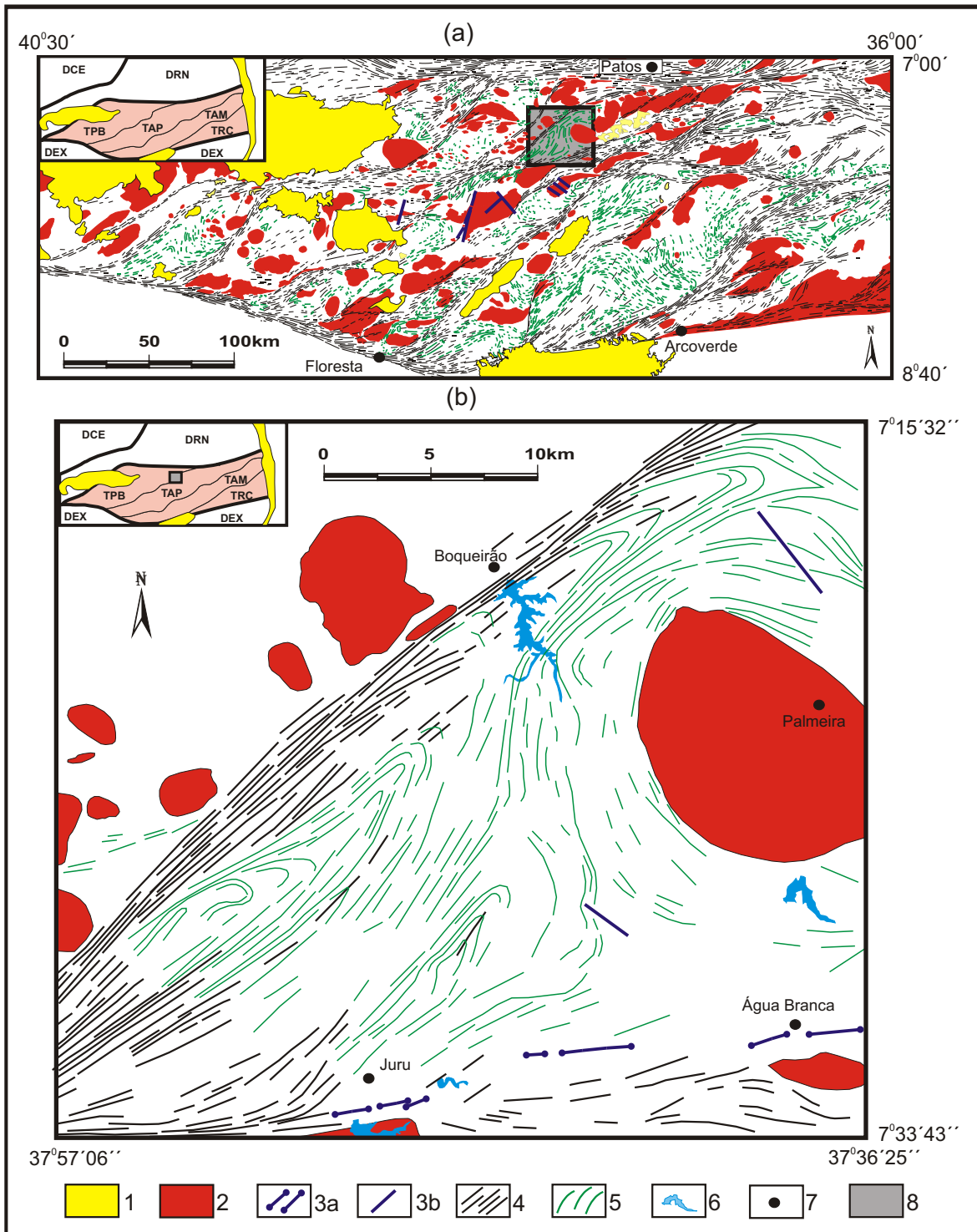


Figura 4.13 - Mapas de lineamentos e granitóides neoproterozóicos. (a) porção central e oeste da zona transversal (modificado de Medeiros 1995); (b) exemplo da porção centro-norte da região estudada. 1-coberturas fanerozóicas; 2-granitóides do neoproterozóico III (brasilianos); 3-lineamentos tipo LRE (3a-associados a veios de quartzo e 3b-associados a falhas); 4-lineamentos tipo LRA (associados à estruturas/feições transcorrentes- D_2); 5-lineamentos tipo LCE (associados a estruturas/feições da cinemática tangencial- D_1); 6-açude; 7-localidade; 8-localização da Figura 4.13b. Domínios: DCE-Cearnense; DRN-Rio Grande do Norte; DEX-Externo. Terrenos da Zona Transversal: TPB-Piancó-Alto Brígida; TAP-Alto Pajeú; TAM-Alto Moxotó; TRC-Rio Capibaribe.

Os **LRA** geralmente apresentam direção nordeste-sudoeste, evidenciados nas porções noroeste (zona de cisalhamento Boqueirão dos Cochos), central (zona de cisalhamento Serra do Caboclo) e sudoeste (zona de cisalhamento Afogados da Ingazeira) da área, ou com direção aproximadamente este-oeste (lineamento Patos e zona de cisalhamento de Juru). Com isto, tais lineamentos materializam os cisalhamentos brasileiros com cinemática transcorrente (ou com forte componente transcorrente) da região (deformação D_2).

Os **LCE** geralmente representam traços, em superfície, de elementos da primeira fase de deformação (D_1) da região, correspondendo à deformação tangencial com transporte para noroeste, observada em *augen* gnaisses Cariris Velhos, Complexo Riacho Gravatá, e na porção inferior-intermediária do Complexo Cachoeirinha. Alguns dos **LCE** também puderam ser relacionados com estruturas de fluxo magmático (S_0) em granitóides neoproterozóicos/brasílicos (a exemplo da porção central do granitóide K-cálcio-alcálico de Itaporanga-PB, ver Figura 4.11a), ou acamamento/estruturas sedimentares (S_0) em metassedimentos.

C) *Consolidação dos dados*

A partir das unidades de paisagens, unidades aerogamaespectrométricas, lineamentos e dados de campo, é possível associar as informações obtidas nos processamentos de imagens de satélite e aerogamaespectrométricas com as feições geológicas da região, a exemplo do mapa apresentado na Figura 4.14.

4.5.2) Imagens Aeromagnéticas

O processamento digital de imagens aeromagnéticas permitiu o delineamento de diversas feições/unidades, com susceptibilidades magnéticas distintas, por vezes gerando segmentos lineares, os quais foram aqui associadas com estruturas geológicas, conforme discutido a seguir.

As unidades/anomalias foram observadas nas profundidades de 2 km, 2 a 6 km e 6 a 16 km, podendo ser correlacionadas com blocos, lascas tectônicas e/ou zonas de cisalhamento, em associação com unidades e feições geológicas reconhecidas no campo e/ou observadas em imagens de satélite e aerogamaespectrométricas. Estudos semelhantes foram realizados por Amaro (1998) na região do extremo Nordeste



Figura 4.14 - Mapa geológico simplificado da região entre Serra Talhada-PE e Catingueira-PB (ver detalhes no Anexo 1), elaborado a partir do processamento digital de imagens (Landsat 7 ETM+ e aerogamaespectrometria) e dados de campo. Legenda: 1-granitoides ultrapotássicos/peralcalinos (tipo Triunfo/Catingueira); 2-granitoides K-cálcio-alcálicos (2a-tipo Itaporanga e 2b-tipo Tavares); 3-granodioritos e tonalitos cálcio-alcálicos (tipo Conceição); 4-granitoides de afinidade trondjemítica (tipo Palmeira/Serrita); 5-outros granitoides; 6-*augen* gnaisses e ortognaisses; 7-Grupo Cachoeirinha; 8-Gnaiss Piancó/paragnaisses de Bom Jesus (GP/PJ); 9-Complexo Riacho Gravatá; 10-Complexo Serra Talhada-Afogados da Ingazeira; 11-diques sieníticos (tipo Manaira/Princesa Isabel); 12-falhas; 13-lineamentos associados a estruturas dúcteis; 14-vetores da cinemática tangencial (D₁); 15-cisalhamento transcorrente (D₂). Domínios: DCE-Cearense; DRN-Rio Grande do Norte; DEX-Externo. Terrenos da Zona Transversal: TPB-Piancó-Alto Brígida; TAP-Alto Pajeú; TAM-Alto Moxotó; TRC-Rio Capibaribe.

brasileiro, quando interpretou unidades/anomalias com profundidades de 8 km, 8 a 12 km e 13 a 20 km.

Para a extração dos lineamentos magnéticos (associados a zonas de cisalhamento), partiu-se da premissa que uma zona de cisalhamento pode promover a justaposição de unidades/blocos com susceptibilidades magnéticas distintas, além de permitir que fluidos e/ou magmas (com susceptibilidades magnéticas distintas) percolem e/ou se alojem ao longo/adjacentes a tais estruturas.

Nesta concepção, os lineamentos aeromagnéticos foram traçados em diferentes intervalos de profundidade (Figura 4.15) com o intuito de verificar a continuação, em profundidade, das estruturas observadas a partir de imagens de satélite/aerogamaespectrométricas e dados de campo.

A correlação destas feições com as principais zonas de cisalhamento mapeadas na região permite esboçar as seguintes considerações:

- Os cisalhamentos cartografados em superfície, com direção aproximadamente este-oeste (zonas de cisalhamento de Juru e Coxixola), geralmente são as estruturas mais rasas, tendo em vista serem observadas apenas no mapa aeromagnético de anomalias entre 0 e 2 km (figuras 4.15a,b). Entretanto alguns segmentos destas estruturas atingem profundidades entre 2 a 6 km (Figura 4.15c).

- Dentre os cisalhamentos cartografados em superfície, que atingem maiores profundidades (6 a 16 km), podem ser ressaltadas as zonas de cisalhamento de Boqueirão dos Cochos, Serra do Caboclo, Afogados da Ingazeira/Jabitacá e Congo-Cruzeiro do Nordeste (Figura 4.15d). Na referida figura, a configuração dos lineamentos Patos e Pernambuco são prejudicadas pelo efeito de borda/região de dados utilizados (ver também Oliveira & Metelo 1999 e Oliveira *et al.* 2001).

A presença de lineamentos magnéticos ressaltando em profundidade a zona de cisalhamento Serra do Caboclo (Figura 4.15), e a ausência destas feições ao longo da *linha sienítica* (Sial 1986 e colaboradores), reforça o modelo proposto nesta tese (ver também Medeiros *et al.* 2001) para o limite entre os terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, o qual seria demarcado pela estrutura de Serra do Caboclo. Tal limite também é ressaltado no mapa do sinal analítico (Figura 4.9b).

Para os limites entre os demais terrenos da Zona Transversal, os dados aeromagnéticos são condizentes com as propostas de Santos (1996, 2000) e Santos & Medeiros (1998, 1999), implicando em um limite entre os terrenos Alto Pajeú e Alto Moxotó, tentativamente demarcado pelo cisalhamento de Serra de Jabitacá (ou

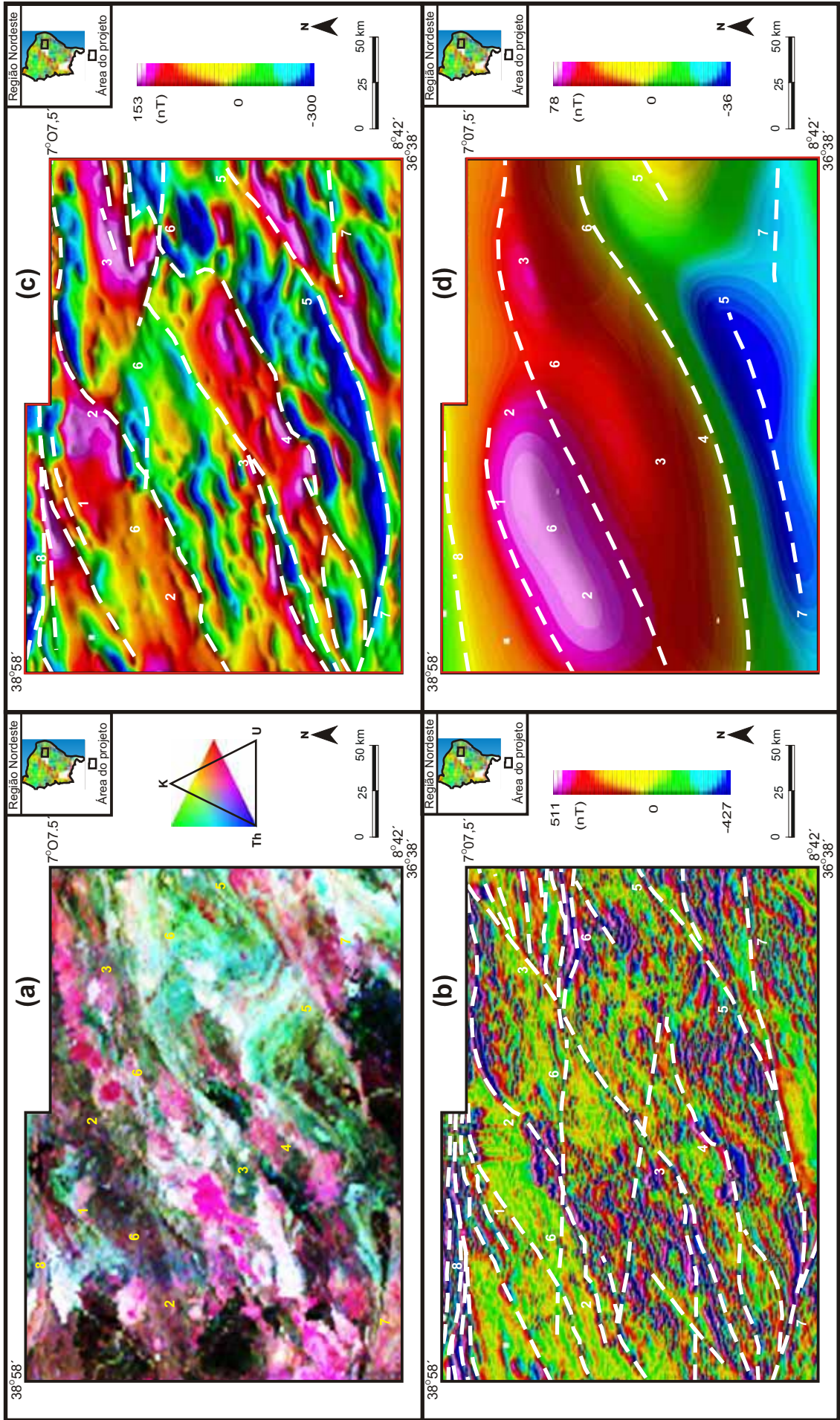


Figura 4.15 - Imagem aerogamaespectrométrica (a) para correlação em superfície com imagens aeromagnéticas (b, c e d) e respectivos lineamentos magnéticos associados a zonas de cisalhamento (linhas tracejadas de cor branca). (b) topos das anomalias inferiores a 2 km de profundidade; (c) topos das anomalias entre 2 a 6 km de profundidade; (d) topos das anomalias entre 6 a 16 km. Zonas de Cisalhamento: 1-Boqueirão dos Cochos; 2-Serra do caboclo; 3-Afogados da Ingazeira; 4-Serra de Jabitacá; 5-Congo/Cruzeiro do Nordeste; 6-Juru/Coxixola; 7-Pernambuco; 8-Patos.

Afogados da Ingazeira ?), enquanto que o limite entre os terrenos Alto Moxotó e Rio Capibaribe seria delineado pelo cisalhamento de Congo-Cruzeiro do Nordeste.

Um modelo esquemático (tridimensional) destas estruturas pode ser visualizado a partir de feixes de cisalhamentos com direção nordeste-sudoeste, os quais seriam seccionados por estruturas internas e mais rasas com direção este-oeste (Figura 4.16).

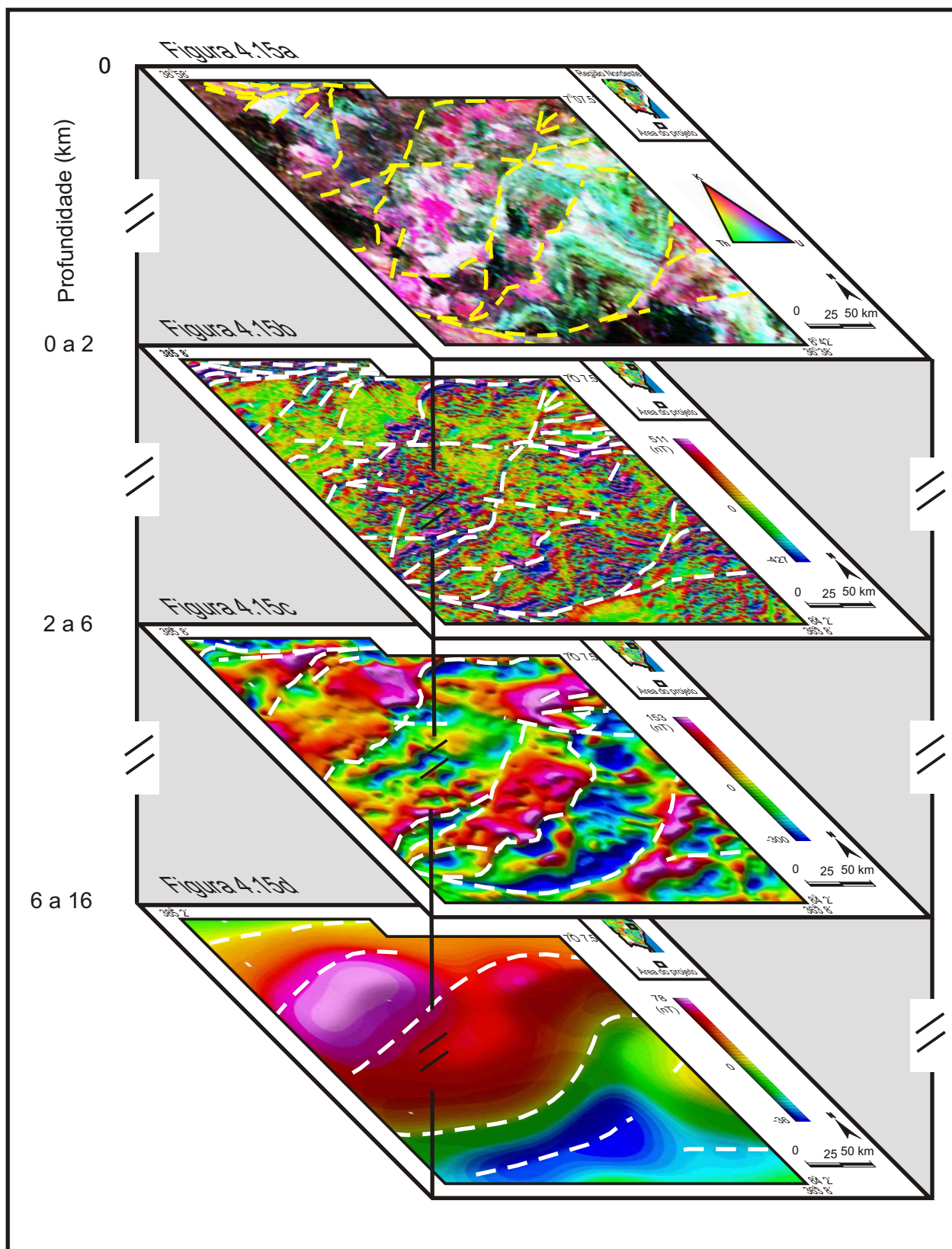


Figura 4.16 - Arranjo das Imagens aerogeofísicas (gamaespectrométrica e magnéticas) apresentadas na Figura 4.15 para realce, em profundidade, dos lineamentos aerogeofísicos (cisalhamentos) observados. Linhas tracejadas em branco e amarelo representam os lineamentos magnéticos associados às zonas de cisalhamento.

- *CAPÍTULO V* -

GEOCRONOLOGIA (U-Pb EM ZIRCÃO)

5.1) Introdução

As amostras coletadas/datadas (seis amostras) na área de estudo tiveram o objetivo principal de caracterizar os diferentes eventos deformacionais observados em campo (D_1 e D_2), com ênfase para o evento D_1 (tectônica contracional com transporte de massa para noroeste), para correlacioná-los seja com o ciclo (evento) Cariris Velhos, seja com o Brasiliano, bem como para obter idades de litotipos ao longo da região estudada, com o intuito de reforçar (ou não) a aplicação do modelo de terrenos (**TPAB** e **TAP**).

Neste contexto, foram datadas/analizados zircões de *augen* gnaisses, ortognaisses, metariolitos e metagranitóides, apresentando a assinatura do evento deformacional D_1 , conforme discutido no Capítulo 3. Os *augen* gnaisses e ortognaisses observados e selecionados para datação são intrusivos no Complexo Riacho Gravatá (**TAP**).

Com respeito ao evento D_2 , os dados disponíveis na literatura, em especial as idades U-Pb em zircão de granitóides que podem ser posicionados como *syn* a tardi-transcorrências (ver dados e revisão de Brito Neves *et al.* 2003) permitem estimar um intervalo de 580 a 550 Ma para sua duração. Alguns granitóides são reportados na literatura como de idades mais antigas, que parecem ser anormalmente elevadas, podem estar refletindo problemas com relação à presença de distintas populações de zircões e/ou escolha dos pontos analíticos para o cálculo da idade/regressão.

Com relação aos metariolitos aqui abordados, os mesmos são intercalados em metapelitos da Formação Santana dos Garrotes, do Grupo Cachoeirinha (**TPAB**).

Mais uma vez, a datação de metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá (**TAP**) já conta com contribuições de trabalhos prévios (Van Schmus *et al.* 1995, Brito Neves *et al.* 1995, Brito Neves *et al.* 2001, Kozuch 2003), onde foram inicialmente reportadas

idades entre 1,1 a 1,0 Ga, e posteriormente refinadas/recalculadas para um valor médio em torno de 975 ± 10 Ma.

Os metagranitóides selecionados para datação correspondem a um corpo intrusivo na Formação Santana dos Garrotes e outro no Complexo Riacho Gravatá. Ambos são correlacionáveis à associação dos granitóides brasileiros, todavia apresentando como aspecto peculiar um *fabric* que pode ser correlacionável ao evento D_1 .

Ainda com relação aos metagranitóides, ambos apresentam a lineação de estiramento com direção noroeste. No afloramento/amostra PC-142, a foliação mergulha para sudeste e os critérios cinemáticos indicando teto acima para noroeste (evento contracional), não deixando dúvidas de que este litotipo foi afetado pelo evento D_1 . No afloramento/amostra PC-259, uma foliação de baixo ângulo está presente; todavia, a lineação de estiramento tem direção nordeste, sugerindo movimentação longitudinal a transcorrência da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo. Um interpretação possível seria considerar o corpo de PC-259 como alojado em uma estrutura em flor, associada com o cisalhamento transcorrente a norte-nordeste de Santa Rita-PE (conforme discutido no capítulo 3).

5.2) Aspectos Metodológicos

As amostras coletadas foram britadas, moídas (80 mesh) e bateadas no Laboratório de Preparação de Amostras do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Os concentrados de bateia foram então re-concentrados para a seleção de zircões. Tais zircões foram datados no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília (UnB), pelo método U-Pb, aos cuidados do Prof. Dr. Elton Luiz Dantas.

No referido Laboratório, o procedimento metodológico das análises efetuadas pelo método U-Pb, segue adaptações das propostas de Parrish (1987) e Krogh (1973), conforme descrito em Dantas *et al.* (2001) e transcrito abaixo:

“Antes da dissociação do zircão, adiciona-se a cada amostra uma solução traçadora (spike) ^{205}Pb - ^{235}U . As medidas isotópicas são feitas em um espectrômetro de massa tipo Finnigan Mat 262 nos módulos de coletor individual e múltiplos. As composições isotópicas de Pb e U são analisadas em filamentos individuais de Rênio, usando sílica gel e ácido fosfórico e corrigidas pela média obtida no padrão de Pb

comum SRM 981. O fracionamento do Urânio é monitorado pela réplica de análises do padrão SM 500. Incertezas na razão U-Pb decorrentes de espectrometria de massa e do fracionamento são da ordem de 0,5 %. Isótopos de Pb radiogênico são calculados pela correção para os brancos analíticos de Pb e para Pb original não radiogênico correspondente ao modelo de Pb de Stacey & Kramers (1975), em relação à idade apropriada da amostra. Incertezas na razão de Pb radiogênico são tipicamente em torno de 0,1 % salvo em casos em que a amostra tenha baixa razão $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, onde podem ser maiores. As constantes de decaimento empregadas são propostas por Steiger & Jager (1977), e o total do branco do procedimento durante as análises é da ordem de 10-50 pg para Pb e de 0,5-1 pg para U”.

Geralmente, as frações analisadas corresponderam a um zircão único (monozircão) ou, em alguns casos, constituíram frações compostas (dois a três zircões), os quais serão assinalados nas respectivas tabelas de resultados analíticos.

As idades obtidas a partir dos dados/resultados das amostras analisadas pela metodologia supracitada foram calculadas com o programa ISOPLOT de Ludwig (1999), com incertezas em relação aos interceptos da concórdia de 2σ .

5.3) Resultados Geocronológicos

5.3.1) Augen Gnaiss a Sul de Macacos (PB)

A amostra de biotita *augen* gnaiss datada foi coletada a 1,5 km a sul da localidade de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (afloramento W-101). O mesmo é afetado fortemente pela deformação D_1 e é intrusivo no Complexo Riacho Gravatá (Prancha 5.1A). Os dados analíticos obtidos constam da Tabela 5.1.

A idade deste *augen* gnaiss foi calculada em regressões (Figura 5.1) tanto com quatro frações de zircão (961 ± 30 Ma com $MWSD=0,60$), como com três frações (956 ± 28 com $MWSD=0,002$). Tendo em vista que os valores obtidos são similares, será considerada, preferencialmente, a idade de 961 ± 30 Ma (por ter sido calculada com maior número de frações) como a idade de cristalização da rocha.

5.3.2) Ortognaiss Granítico a Norte/Nordeste de Macacos (PB)

Corresponde a um biotita metagranito de granulação média (afloramento PC-248; Prancha 5.1B) situado a norte/nordeste da localidade de Macacos, município de Princesa Isabel-PB. Os dados analíticos constam da Tabela 5.2.



Prancha 5.1 - Fotografias de campo dos litotipos datados pelo método U-Pb em zircão, da região de Macacos (município de Princesa Isabel-PB). A) *Augen* gnaiss a sul da localidade Macacos (afloramento W-101); B) Ortognaiss granítico a norte/nordeste da localidade de Macacos (PC-248).

Tabela 5.1 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U Pb em zircões do *augen* gnaiss a sul de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra W-101F).

Fração	Peso (mg)	U (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	Th/U	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴ (observado)	Pb ²⁰⁷ / ²³⁵ U	± 2σ (%)	Pb ²⁰⁶ / ²³⁸ U	± 2σ (%)	Coeffic. de Correlação	Pb ²⁰⁷ / ²⁰⁶ Pb	± 2σ (%)	Pb ²⁰⁶ / ²³⁸ U (Ma)	Pb ²⁰⁷ / ²³⁵ U (Ma)	Pb ²⁰⁷ / ²⁰⁶ Pb ± 2σ (Ma)
W-101-E7	0,008	308	50	51	0,16	1338	1,446370	0,66	0,148711	0,62	0,941	0,070540	0,22	894	908	944 ± 05
W-101-E10	0,010	452	72	109	0,24	2329	1,412160	0,43	0,145473	0,37	0,865	0,070405	0,22	876	894	940 ± 04
W-101-16	0,016	195	33	68	0,35	1898	1,412660	2,00	0,145508	1,98	0,990	0,070413	0,28	876	894	940 ± 06
W-101-17	0,026	353	56	42	0,12	1871	1,402380	0,86	0,144940	0,70	0,822	0,070174	0,49	873	890	933 ± 10
W-101-E8	0,015	183	29	73	0,40	2041	1,413590	0,46	0,146121	0,43	0,935	0,070163	0,16	879	895	933 ± 03

Observações: Em cada fração foi analisado um grão de zircão. Tipos de zircões: claros, rosados, prismáticos, alongados, limpidos e geralmente apresentando pequenas inclusões.

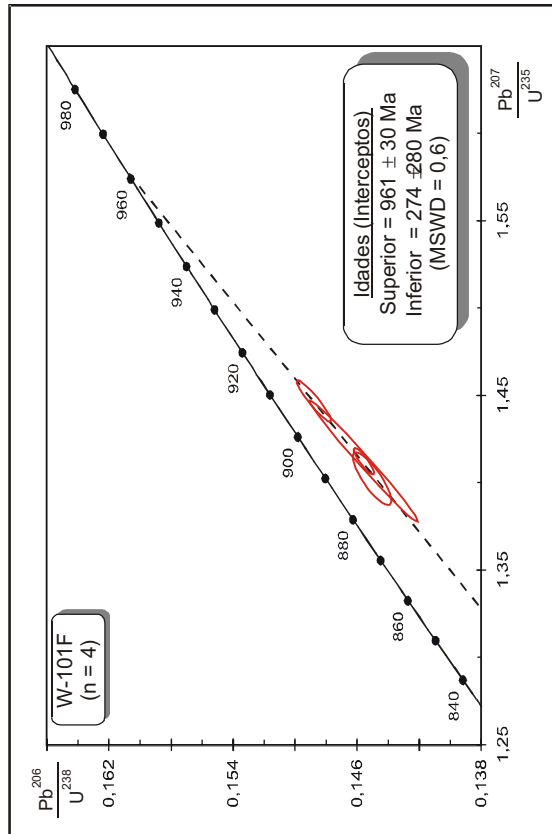


Figura 5.1a - Diagrama U-Pb com quatro (04) frações analisadas (E7, E10, 16 e 17) do *augen* gnaiss a sul de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra W-101F).

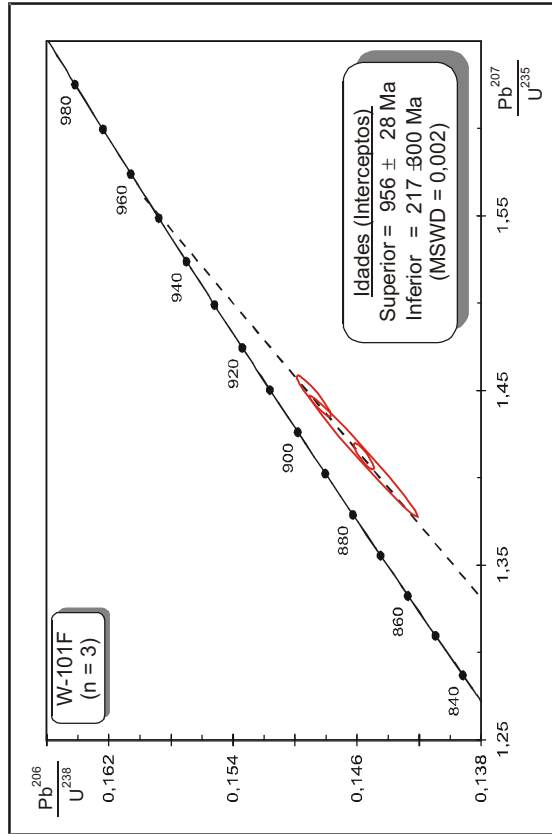


Figura 5.1b - Diagrama concordia U-Pb com três (03) frações analisadas (E7, E10 e 16) do *augen* gnaiss a sul de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra W-101F).

Tabela 5.2 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do ortogneise granítico a norte/nordeste de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra PC-248).

Fração	Peso (mg)	U (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	Th/U	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴ (observado)	Pb ²⁰⁷ */U ²³⁵ ± 2σ. (%)	Pb ²⁰⁶ */U ²³⁸ ± 2σ. (%)	Coefic. de Correlação	Pb ²⁰⁷ */Pb ²⁰⁶ ± 2σ. (%)	Pb ²⁰⁶ */U ²³⁸ (Ma)	Pb ²⁰⁷ */U ²³⁵ (Ma)	Pb ²⁰⁷ */Pb ²⁰⁶ ± 2σ. (Ma)			
PC-248-E7	0,014	337	49	77	0,23	2894	1,43020	0,36	0,147639	0,32	0,901	0,070257	0,16	887	901	935 ±03
PC-248-E8	0,015	245	36	72	0,29	1.265	1,39270	0,82	0,143865	0,72	0,891	0,070211	0,37	866	885	934 ±07
PC-248-E9	0,016	188	28	68	0,36	1337	1,36043	0,49	0,140868	0,44	0,911	0,070042	0,20	849	872	929 ±04
PC-248-E10	0,020	285	38	54	0,19	1554	1,26240	1,05	0,133447	0,92	0,888	0,068610	0,48	807	828	887 ±10
PC-248-E6	0,015	168	26	72	0,43	437	1,35974	2,11	0,142192	2,05	0,972	0,069355	0,49	857	871	909 ±10

Observações: Na maioria das frações foi analisado um grão de zircão. Tipos de zircões: claros, rosados, levemente metamáficos e limpidos.

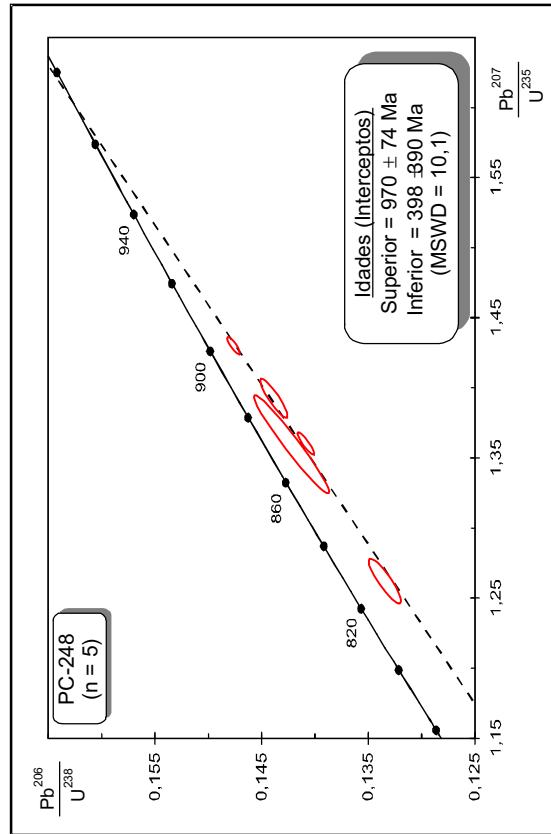


Figura 5.2a - Diagrama U-Pb com todas as frações analisadas do metagranito a norte/nordeste de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra PC-248).

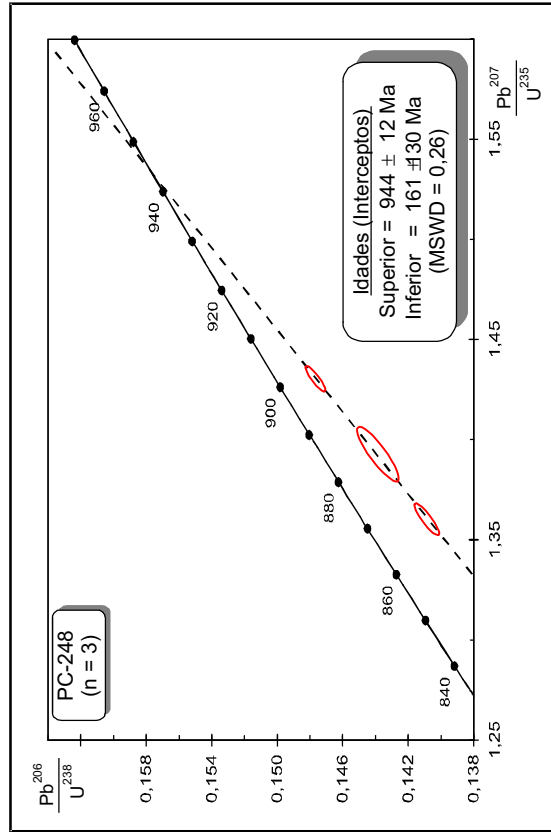


Figura 5.2b - Diagrama concordia U-Pb com três (03) frações analisadas (E7, E8 e E9) do metagranito a norte/nordeste de Macacos, município de Princesa Isabel-PB (amostra PC-248).

Utilizando todas as frações analisadas (cinco) no cálculo da idade deste litotipo, o valor obtido para o intercepto superior é de 970 ± 74 Ma com MSWD muito elevado, de 10,1 (Figura 5.2a). Com três frações, a idade obtida (intercepto superior) é de 944 ± 12 Ma com MSWD = 0,26 (Figura 5.2b).

Apesar das duas idades obtidas (intercepto superior) apresentarem valores coincidentes dentro da margem de erro, o valor obtido com as três frações de zircão (944 ± 12 Ma) será aqui considerado, tendo em vista possuir uma precisão melhor e valor mais baixo de MSWD. A maior consistência deste valor é reforçada pela situação dos zircões, próximos ao intercepto superior com a curva concórdia (Figura 5.2), sendo considerado como a idade de cristalização deste metagranito.

5.3.3) Metariolitos da Formação Santana dos Garrotes (Grupo Cachoeirinha)

Duas amostras (PC-313 e PC-417) de metariolitos (Prancha 5.2) da Formação Santana dos Garrotes (Grupo Cachoeirinha) foram datadas no presente trabalho.

Tais metavulcânicas foram selecionadas por serem concordantes com os metapelitos encaixantes, bem como pela ausência, na literatura, de datações U-Pb de boa qualidade/precisão, para esta unidade. Até o momento, a principal dificuldade em obter uma idade confiável da Formação Santana dos Garrotes (Grupo Cachoeirinha) decorre do fato de que as metavulcânicas amostradas apresentam uma forte herança isotópica com populações de zircões de idades distintas, conforme pode ser observado nos dados a seguir e em Kozuch (2003).

A) Metariolito de Grotão (Noroeste de Olho d'Água-PB)

A SE da localidade de Grotão, NW de Olho d'Água-PB (afloramento PC-313, Prancha 5.2A), foi encontrado um metariolito concordante com os metapelitos da Formação Santana dos Garrotes, do qual foram analisadas quatro frações de zircão (Tabela 5.3).

Neste metariolito, o valor de 661 ± 4 Ma com MSWD = 0,48 (intercepto inferior do diagrama da Figura 5.3a,b) ou de 658 ± 24 Ma (idade Pb^{207^*}/Pb^{206^*} da fração PC-313-D5) corresponde à idade de cristalização da rocha.

Tal interpretação é apoiada pelo fato de que duas frações plotam praticamente sobre a curva teórica de decaimento isotópico Pb^{207}/Pb^{206} , sendo a fração PC-313-D5 concordante com esta curva. Interpretando os demais zircões analisados, pode-se



Prancha 5.2 - Fotografias de campo de metariolitos da Formação Santana dos Garrotes datados pelo método U-Pb em zircão. A) Metariolito de Grotão (afloramento PC-313, NW de Olho d'Água-PB); B) soleiras dos metariolitos de Urtiga-PB em metapelitos (afloramento PC-417, SW Cacimba de Areia-PB). MR=metariolito; MP=metapelito.

Tabela 5.3 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do metarolito a noroeste de Olho d'Água-PB (amostra PC-313).

Fração	Peso (mg)	U (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	Th/U	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴ (observado)	Pb ²⁰⁷ /U ²³⁵ ± 2σ (%)	Pb ²⁰⁶ /U ²³⁸ ± 2σ (%)	Coefic. de Correlação	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶ ± 2σ (%)	Pb ²⁰⁶ */U ²³⁸ (Ma)	Pb ²⁰⁷ */U ²³⁵ (Ma)	Pb ²⁰⁷ */Pb ²⁰⁶ ± 2σ (Ma)	
PC-313-D2	0,009	274	40	121	0,44	990	1,434950	1,22	0,134409	1,11	0,077430	813	904	1132 ± 10
PC-313-D3	0,008	248	56	136	0,55	723	3,650940	2,53	0,204946	1,23	0,129300	1202	1561	2087 ± 34
PC-313-D5	0,009	263	29	121	0,46	306	0,924761	3,10	0,109011	2,87	0,061526	667	665	658 ± 24
PC 313 E1	0,007	505	61	149	0,30	1667	1,011590	0,59	0,111308	0,55	0,065914	680	710	804 ± 05

Observações: Em cada fração foi analisado um grão de zircão. Tipos de zircões: claros, rosados, prismáticos e limpidos.

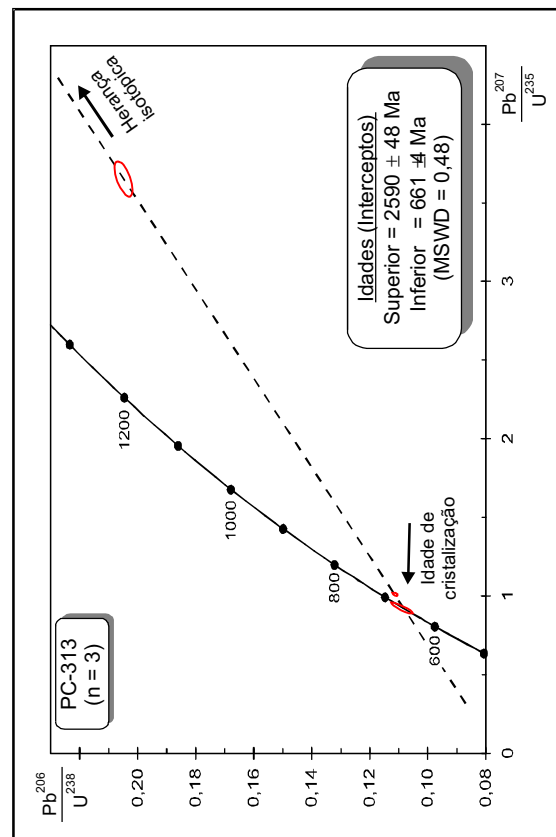


Figura 5.3a - Diagrama U-Pb com três frações analisadas (D3, D5 e E1) do metarolito a noroeste de Olho d'Água-PB (amostra PC-313).

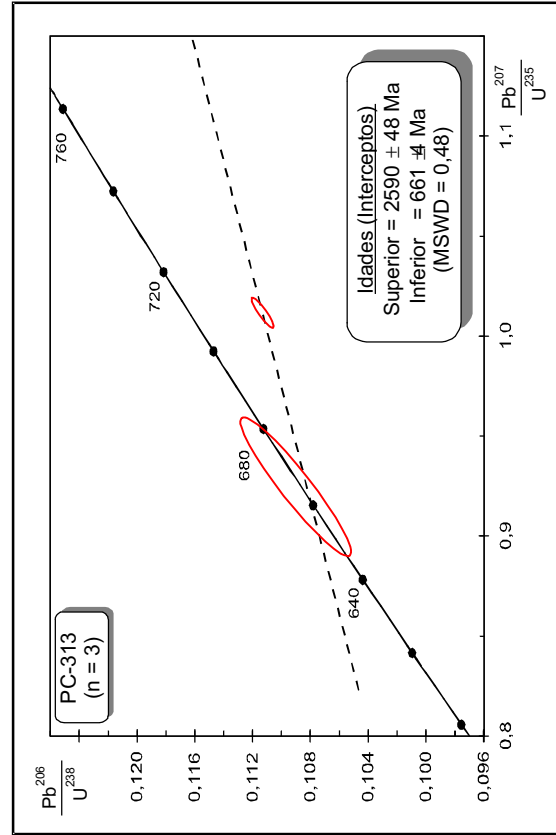


Figura 5.3b - Detalhe/zoom da fração D5, concordante com a curva teórica de decaimento isotópico Pb²⁰⁷/Pb²⁰⁶.

também constatar a presença de uma herança isotópica arqueana neste litotipo (Figura 5.3).

A exemplo desta amostra, herança isotópica/populações de zircão de diferentes idades nas metavulcânicas do Grupo Cachoeirinha também foi constatada na amostra PC-417 (ver a seguir) e nas análises geocronológicas obtidas por Kozuch (2003).

B) Metariolito de Urtiga (Sudoeste de Cacimba de Areia-PB)

1 km a SW da localidade de Urtiga, SW de Cacimba de Areia-PB (afloramento PC-417), afloram vários níveis de metariolitos concordantes com os metapelitos da Formação Santana dos Garrotes (Prancha 5.2B). A partir da amostra PC-417, coletada em um destes níveis, foram analisadas oito frações de zircão (Tabela 5.4).

Utilizando todos as frações analisadas na tentativa de determinar a idade da rocha, o valor calculado é de 553 ± 53 Ma (intercepto inferior), todavia com MSWD muito elevado (133). No diagrama podem ser observados diferentes alinhamentos das frações de zircões analisadas (Figura 5.4a). Podem ser ressaltadas as idades obtidas a partir de dois grupos de frações de zircões, onde:

- Para o primeiro grupo (frações S, W e 13 da Tabela 5.4), a melhor regressão obtida resulta em uma idade de 627 ± 10 Ma (intercepto inferior) e 2529 ± 14 Ma (intercepto superior), com MSWD = 0,7 (Figura 5.4a, regressão em preto). A idade no intercepto superior é considerada como decorrente de uma herança isotópica arqueana, enquanto que o intercepto inferior pode ser relacionado à idade de cristalização da rocha, tendo em vista que a fração PC-417-S (apesar de apresentar uma imprecisão mais elevada) é concordante com a curva de decaimento isotópico Pb^{207}/Pb^{206} .

- Para o segundo grupo (frações S, T e E8 da Tabela 5.4) foi calculada uma idade de 635 ± 210 Ma com MSWD = 5,6 no intercepto superior (Figura 5.4b, regressão em azul; todavia o erro da idade é muito elevado). Quando o intercepto inferior é forçado para a origem, a idade obtida no intercepto superior é de 657 ± 34 Ma, com MSWD = 28 (Figura 5.4b, regressão em preto).

Tais valores permitem indicar uma idade entre 660 a 625 Ma para a cristalização dos metariolitos de Urtiga, em consonância com a idade ca. 660 Ma obtida para os metariolitos de Grotão, bem como os valores sugeridos de 640 a 620 Ma por Kozuch (2003), para outras metavulcânicas da Formação Santana dos Garrotes.

Tabela 5.4 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do metariolito de Urtiga, sudoeste de Cacimba de Areia -PB (amostra PC-417).

Fração	Peso (mg)	U (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	Th/U	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴ (observado)	Pb ²⁰⁷ /U ²³⁵ ± 2σ (%)	Pb ²⁰⁶ /U ²³⁸ ± 2σ (%)	Coeffic. de Correlação	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶ ± 2σ (%)	Pb ²⁰⁶ */U ²³⁸ (Ma)	Pb ²⁰⁷ */U ²³⁵ (Ma)	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶ ± 2σ (Ma)
PC-417-S	0,010	458	51	109	0,24	289	0,864841	0,103286	0,718	0,060729	634	633	630 ±62
PC-417-T	0,090	626	56	121	0,19	970	0,777964	0,091326	0,970	0,061782	564	584	667 ±04
PC-417-U	0,011	244	30	99	0,40	531	1,552060	0,116675	0,963	0,096478	711	951	1557 ±06
PC-417-W	0,013	470	106	84	0,18	1927	4,013140	0,219102	0,30	0,132842	1277	1637	2136 ±01
PC-417-V	0,011	544	70	99	0,18	970	1,674170	0,123808	0,85	0,098074	752	999	1588 ±03
PC-417-E6	0,005	920	96	51	0,05	863	0,824910	0,095241	1,10	0,062823	586	611	702 ±08
PC-417-E8	0,005	1138	94	9	0,01	983	0,721442	0,085575	0,83	0,061144	529	552	644 ±05
PC-417-13	0,013	424	72	84	0,20	753	2,345720	0,157224	0,86	0,108207	941	1226	1770 ±02

Observações: Em cada fração foram analisados dois a três grãos de zircão. Tipos de zircões: claros, rosados, prismáticos, alongados e límpidos; outra população de grãos claros, prismáticos e curtos.

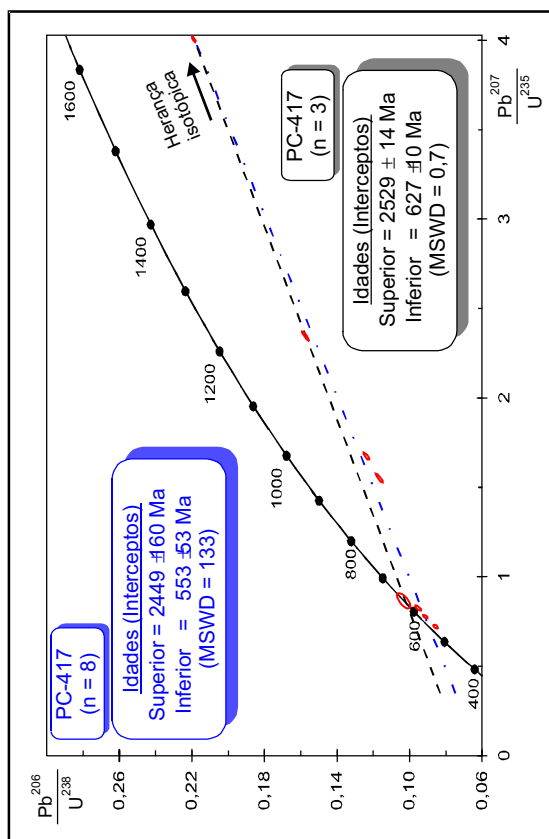


Figura 5.4a - Diagrama U-Pb do metariolito de Urtiga, sudoeste de Cacimba de Areia-PB (amostra PC-417). Regressão em azul utilizando todas as frações analisadas; regressão em preto utilizando as frações S, W e E8.

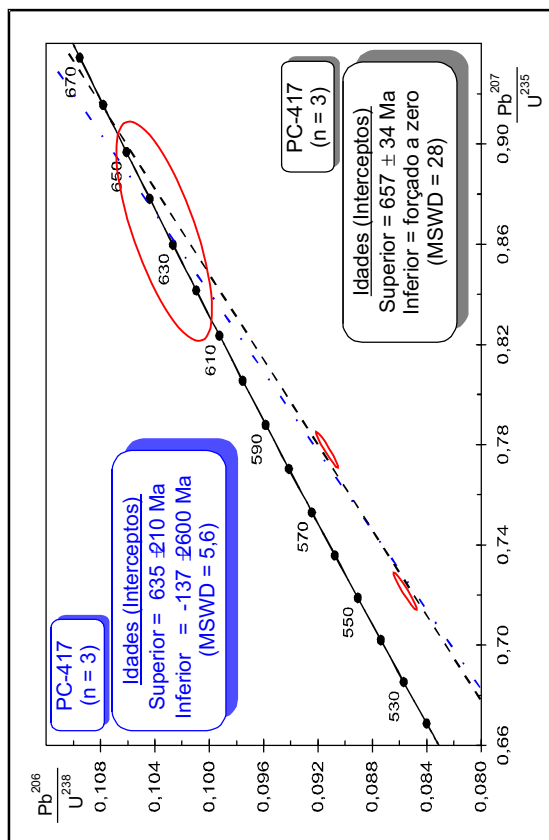


Figura 5.4b - Diagrama U-Pb do metariolito de Urtiga, sudoeste de Cacimba de Areia-PB (amostra PC-417) utilizando as frações S, T e E8. Na regressão em preto o intercepto inferior foi forçado para a origem.

5.3.4) Granitóides Brasileiros

Foram amostrados dois granitóides (Prancha 5.3), sendo um intrusivo em litotipos do Grupo Cachoeirinha/Formação Santana dos Garrotes (amostra PC-142) e outro no Complexo riacho Gravatá (amostra PC-259). Conforme citado em itens anteriores, o primeiro apresenta o *fabric* D₁, enquanto que no segundo o *fabric* observado pode ser D₁ ou D₂.

A) Granodiorito a Sul de Curral Velho (PB)

Numa pequena pedreira situada a sul de Curral Velho (PB), foi observado um granodiorito foliado (PC-142) intrusivo em metapelitos da Formação Santana dos Garrotes (**TPAB**) e exibindo assinatura estrutural compatível com a deformação D₁ (pranchas 3.22 e 5.3A).

Neste litotipo/amostra foram analisadas oito frações de zircão (Tabela 5.5).

No diagrama da Figura 5.5a (utilizando todas as frações analisadas) pode ser constatada uma herança isotópica de idade paleoproterozóica (com erro/imprecisão elevado). Por outro lado utilizando quatro das frações (frações B, C, E e 6 da Tabela 5.5), a idade obtida no intercepto superior é de 571±4 Ma, com MSWD = 0,62 (Figura 5.5b, regressão em azul), enquanto que com três destas frações (frações B, C e E da Tabela 5.5) e forçando o intercepto inferior para a origem, a idade obtida é de 611±21 Ma, com MSWD = 8,1 (Figura 5.5b, regressão em preto).

Apesar do menor erro obtido quando a idade é calculada com quatro frações (571 Ma), o valor obtido com apenas três frações (611 Ma) é mais condizente com os dados de campo, tendo em vista que este granodiorito apresenta a assinatura estrutural do evento D₁, o qual precede as transcorrências brasileiras (ca. 580 Ma). Com isto a idade de 571 Ma é muito jovem para este litotipo/evento, enquanto que a idade de 611 Ma estaria mais condizente para a deformação D₁.

B) Granodiorito a Norte de Santa Rita (PE)

A norte da localidade de Santa Rita, NE de Serra Talhada-PE (afloramento PC-259), aflora um biotita granodiorito (Prancha 5.3B) intrusivo no Complexo Riacho Gravatá (**TPA**), com posicionamento não conclusivo em relação aos eventos D₁ e D₂. Da amostra, foram obtidas análises isotópicas em quatro frações de zircão (Tabela 5.6).



Prancha 5.3 - Fotografias de campo de litotipos (datados pelo método U-Pb em zircão). A) granodiorito foliado da pedreira a sul de Curral Velho-PB (afloramento PC-142); B) granodiorito foliado, localizado a norte de Santa Rita-PE (PC-259).

Tabela 5.5 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do granodiorito foliado a sul de Curral Velho-PB (amostra PC-142).

Fração	Peso (mg)	U (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	Th/U	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴ (observado)	Pb ²⁰⁷ /U ²³⁵ ± 2σ (%)	Pb ²⁰⁶ /U ²³⁸ ± 2σ (%)	Coefic. de Correlação	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶ ± 2σ (%)	Pb ²⁰⁶ /U ²³⁸ (Ma)	Pb ²⁰⁷ /U ²³⁵ (Ma)	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶ ± 2σ (Ma)
PC.142.7	0,013	129	31	83	0,64	458	3,373000	2,10	0,988	0,114626	1247	1498	1874 ± 05
PC.142.B	0,017	415	35	64	0,15	1195	0,738100	0,99	0,851	0,059645	554	561	590 ± 11
PC.142.C	0,022	144	12	49	0,34	339	0,726982	2,97	0,897	0,059813	544	554	596 ± 29
PC.142.D	0,014	388	37	77	0,20	625	1,018150	1,49	0,972	0,758933	598	712	1092 ± 07
PC.142.E	0,018	480	39	60	0,12	1551	0,730017	0,58	0,956	0,602780	542	556	613 ± 03
PC.142.E1	0,009	289	20	120	0,41	194	0,586415	4,40	0,920	0,062125	426	468	678 ± 35
PC.142.E2	0,010	234	20	108	0,46	457	0,732980	2,20	0,950	0,061558	533	558	658 ± 14
PC.142.6	0,010	1127	84	108	0,09	738	0,670114	1,27	0,950	0,063427	475	520	722 ± 08

Observações: Em cada fração foi analisado um grão de zircão. Tipos de zircões: Nas frações 6, 7, E e E1 os zircões são alaranjados, curtos e prismáticos; nas frações B, C e D são claros, prismáticos, alongados e limpidos; a fração E2 tem zircõesclaros, róseos, prismáticos e retangulares.

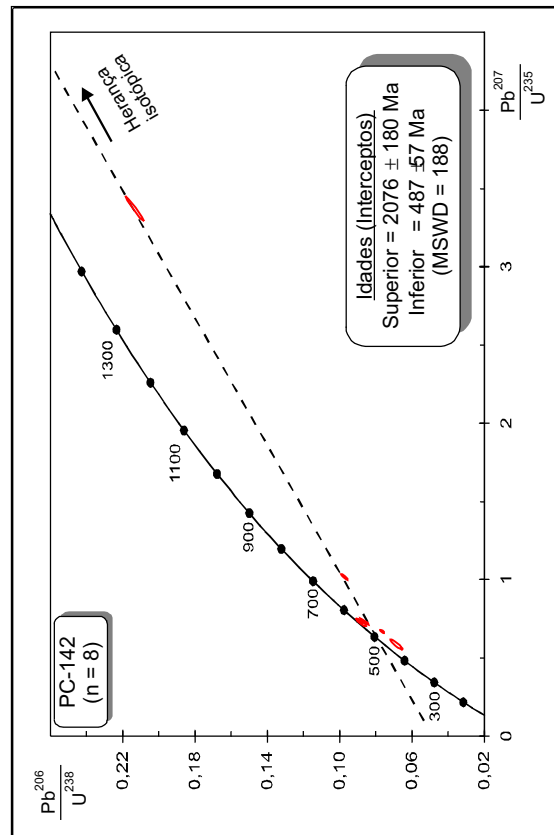


Figura 5.5a - Diagrama U-Pb com todas as frações analisadas do granodiorito foliado a sul de Curral Velho-PB (amostra PC-142).

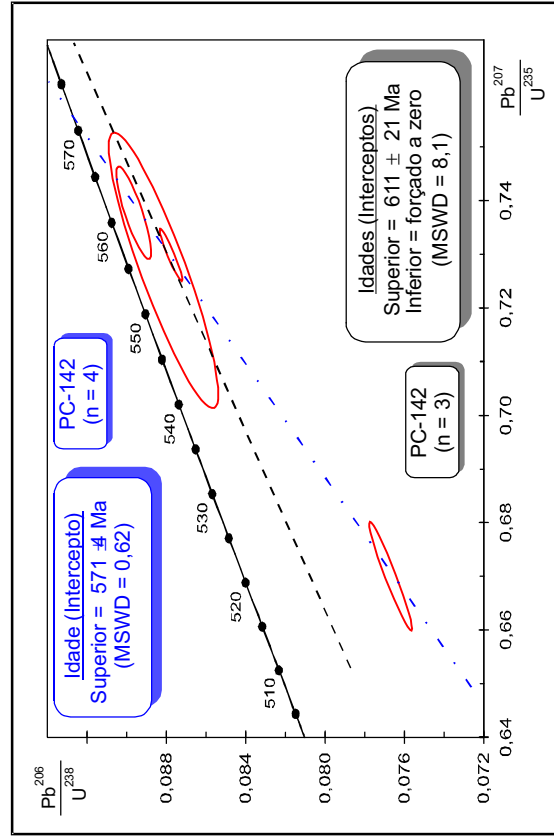


Figura 5.5b - Diagrama U-Pb do granodiorito foliado a sul de Curral Velho-PB (amostra PC-142). Regressão em azul utilizando as frações B, C, E e 6; regressão em preto utilizando as frações B, C e E (intercepto inferior forçado a origem).

Tabela 5.6 - Dados analíticos/isotópicos de determinações U-Pb em zircões do granodiorito foliado a norte de Santa Rita –PE (amostra PC-259).

Fração	Peso (mg)	U (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	Th/U	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴ (observado)	Pb ²⁰⁷ */U ²³⁵ ± 2σ. (%)	Pb ²⁰⁶ */U ²³⁸ ± 2σ. (%)	Coefic. de Correlação	Pb ²⁰⁷ */Pb ²⁰⁶ ± 2σ. (%)	Pb ²⁰⁶ */U ²³⁸ (Ma)	Pb ²⁰⁷ */U ²³⁵ (Ma)	Pb ²⁰⁷ */Pb ²⁰⁶ ± 2σ. (Ma)
PC-259-D1	0,013	429	58	84	0,19	194	0,96931	1,74	0,717	0,063890	673	688	738 ± 26
PC-259-D2	0,013	281	66	84	0,30	60	0,93933	3,72	0,482	0,068370	612	673	880 ± 67
PC-259-D3	0,020	343	35	54	0,16	374	0,80774	1,54	0,740	0,059754	603	601	595 ± 23
PC-259-D4	0,019	375	39	57	0,15	316	0,80201	1,17	0,903	0,059740	599	598	594 ± 11

Observações: Em cada fração foi analisado um grão de zircão. Tipos de zircões: róseos, facetados, longos e limpidos.

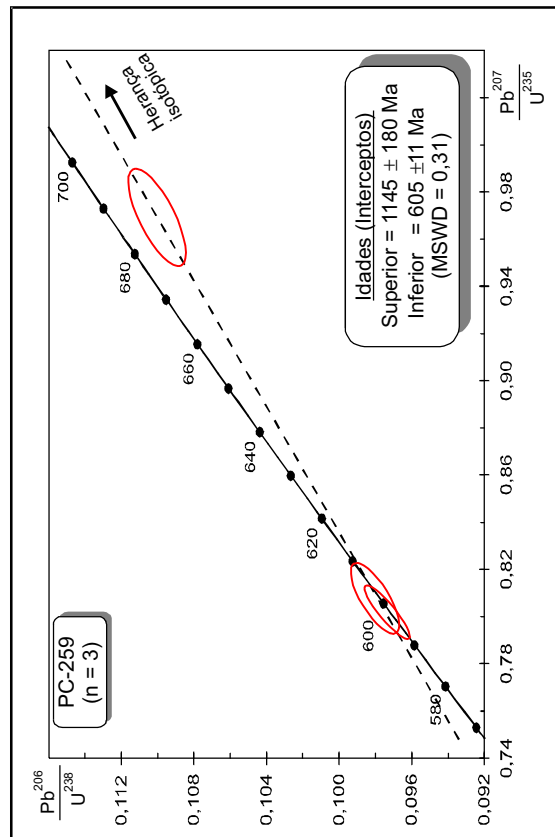


Figura 5.6a - Diagrama U-Pb com três frações analisadas (D1, D3 e D4) do granodiorito foliado a norte de Santa Rita-PE (amostra PC-259).

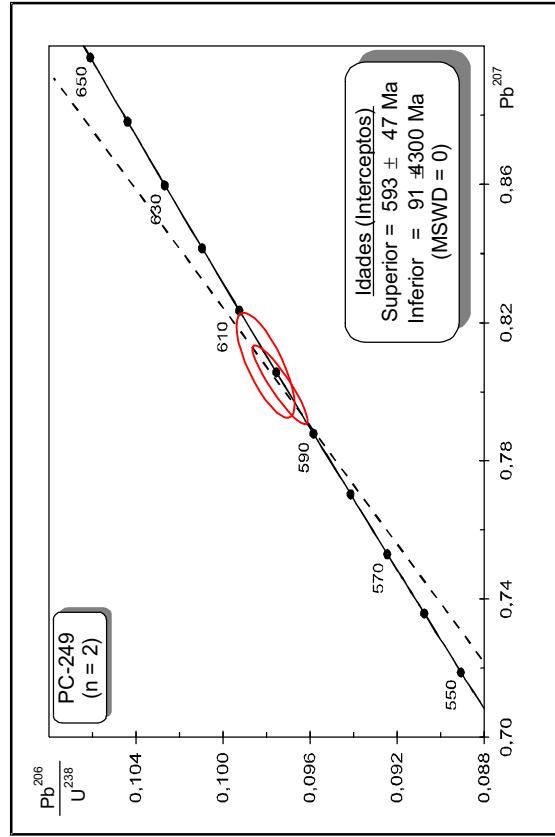


Figura 5.6b - Diagrama U-Pb com duas frações analisadas (D3 e D4), concordantes com a curva teórica de decaimento isotópico. Pb²⁰⁷/Pb²⁰⁶) do granodiorito foliado a norte de Santa Rita-PE (amostra PC-259).

Duas das frações analisadas são concordantes com a curva teórica de decaimento isotópico Pb^{207}/Pb^{206} , permitindo admitir o valor entre 605 ± 11 Ma (com $MSWD = 0,31$, intercepto inferior da regressão na Figura 5.6a) e 593 ± 47 Ma (com $MSWD = 0$, obtido a partir das duas frações concordantes com a curva de referência, Figura 5.6b), como a idade de cristalização deste granodiorito (considerando o erro analítico obtido).

Uma herança isotópica, provavelmente associada ao evento Cariris Velhos (ca. 1,0 Ga) também deve ser considerada para este litotipo, tendo em vista a disposição das frações e a idade do intercepto superior (1145 ± 180 Ma considerando o erro/imprecisão da idade), observada no diagrama da Figura 5.6a.

5.4) Interpretação Geológica das Idades Obtidas

A partir das idades obtidas no item 5.3 (resumidas na Tabela 5.7), além das relações geológicas de campo/cartografia geológica e descritas na literatura, algumas considerações devem ser enfatizadas.

Tabela 5.7 - Resumo das idades U-Pb em zircão obtidas no presente trabalho.

Unidade	Litotipo Datado	Amostra	Idade Obtida (Ma)
Metaplutônicas Cariris Velhos	<i>Augen</i> gnaiss de Macacos	W-101	956 ± 29 ($MSWD = 0$)
	Metagranito de Macacos	PC-248	944 ± 12 ($MSWD = 0,26$)
Formação Santana dos Garrotes	Metariolito de Grotão	PC-313	661 ± 04 ($MSWD = 0,48$) a/ou 658 ± 24 (idade Pb^{207^*}/Pb^{206^*})
	Metariolito de Urtiga	PC-417	657 ± 34 ($MSWD = 28$) a/ou 627 ± 10 ($MSWD = 0,7$)
Granitóides Brasilianos	Granodiorito de Curral Velho (sin/tardi - D_1)	PC-142	571 ± 04 ($MSWD = 0,62$) ou 611 ± 21 ($MSWD = 8,1$)
	Granodiorito de Santa Rita	PC-259	605 ± 11 ($MSWD = 0,31$) a/ou 593 ± 47 ($MSWD = 0$)

A suíte magmática composta por *augen* gnaisses e ortognaisses graníticos intrusivos no Complexo Riacho Gravatá, na região de Cachoeira de Minas e Macacos, ambas no município de Princesa Isabel-PB, representam um magmatismo de idade entre 960 a 940 Ma (Toniano). Valores/idades similares a estas também foram obtidos/reportados por Brito Neves *et al.* (2001) e Kozuch (2003).

Conseqüentemente, o Complexo Riacho Gravatá deve ter uma idade mais antiga do que aquelas obtidas para estas metaplutônicas intrusivas. As idades referidas na literatura para os litotipos metavulcânicos deste complexo, são atualmente admitidas da ordem de 965 a 980 \pm 11 Ma (ver Van Schmus *et al.* 1995, Brito Neves *et al.* 2001 e Kozuch 2003), corroborando com os dados/interpretações aqui admitidas.

Ainda com relação ao *augen* gnaiss e ortognaisses Cariris Velhos, como estes litotipos são afetados por D₁, permite ser admitido que este evento (D₁) seja mais jovem que 960-940 Ma (idades obtidas nestas rochas). Em se tratando de intrusões hipoteticamente sintectônicas a D₁ (o que não parece ser o caso - ver adiante), esta seria a idade aproximada inferida para tal evento.

Tendo em vista que os metariolitos da Formação Santana dos Garrotes (Grupo Cachoeirinha) apresentam idades entre 625 e 660 Ma, a deposição desta unidade teve início entre o final do Criogênio e o início do Neoproterozóico III.

A deposição da Formação Santana dos Garrotes deve ter sido finalizada em torno de 610 a 600 Ma, considerando a idade obtida no granodiorito a SW de Curral Velho-PB (PC-142), o qual é intrusivo no topo desta unidade.

Como essas rochas (Formação Santana dos Garrotes e metariolitos associados; granodiorito de Curral Velho) encontram-se também afetadas pelo evento D₁ (contracional com transporte para NW), fica estabelecida a correlação do mesmo com o Ciclo Brasileiro (Neoproterozóico III). A idade de 610 Ma (obtida a partir de três frações de zircão, com intercepto inferior forçado para a origem), é mais condizente para ser associada ao evento D₁, em função das idades na faixa de ca. 580 \pm 10 Ma reportadas para granitóides sin a tardi-D₂ (transcorrências brasileiras).

Como a deformação D₁ não é observada na Formação Serra do Olho d'Água (topo do Grupo Cachoeirinha), e o contato desta última com a Formação Santana dos Garrotes é gradacional, pode-se então considerar que a deposição da Formação Serra do Olho d'Água é mais jovem que 610-600 Ma.

- CAPÍTULO VI -

EVENTOS E MODELOS GEODINÂMICOS

6.1) Introdução

A evolução do arcabouço litosférico do Domínio da Zona Transversal tem sido abordada tanto à luz do modelo de colagem de terrenos alóctones (Santos 1995, 1996, 2000; Santos & Medeiros 1998, 1999), como a partir de uma evolução intracontinental (Neves & Mariano 1997, 1998, 1999, 2001; Mariano *et al.* 1999, 2001; Neves 2002; Neves *et al.* 2003).

O modelo de terrenos é avaliado como mais coerente com os dados coletados na presente tese. No contexto assim desenvolvido, o limite entre o **TPAB** e o **TAP** foi demarcado pela Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo (**ZCSC**). Nos primeiros modelos de evolução regional, esses terrenos correspondiam às faixas/sistema de dobramentos Piancó-Alto Brígida e Pajeú-Paraíba (ver revisão de Brito Neves *et al.* 1995), contíguas (ou em parte delimitadas por um *alto geanticlinal*, o denominado Alto de Teixeira-Terra Nova) e sem que uma zona “cratônica” interveniente tenha sido caracterizada. Por outro lado, não são conhecidos contatos por não conformidade, entre as unidades de diferentes idades presentes nestes dois terrenos (rochas Estenianas/Tonianas do **TAP**, recobertas pelos metassedimentos neoproterozóicos III do **TPAB**, p. ex.).

A aplicação do modelo de terrenos alóctones é coerente com as feições acima descritas (zoneamento geotectônico truncado ou “anômalo”, unidades adjacentes sem feições de contato autóctone), sendo explicada no contexto de um mosaico de zonas de cisalhamento com deslocamentos significativos, justapondo unidades geológicas distintas. No presente trabalho, foi dada ênfase para a caracterização do Terreno Piancó-Alto Brígida (**TPAB**) e do Terreno Alto Pajeú (**TAP**), e o limite entre os mesmos.

As feições observadas nestes domínios permitem ressaltar diferenças significativas entre os mesmos, possibilitando visualizá-los como terrenos suspeitos, ou alóctones, os quais podem ser observados nas figuras 3.2, 4.2, 4.15 e no mapa geológico/anexo 1.

i) O **TPAB** é representado por uma seqüência predominantemente metassedimentar e de baixo grau metamórfico, com idade do Neoproterozóico III (Grupo Cachoeirinha), enquanto que no **TAP** a seqüência supracrustal é metavulcanossedimentar, predominantemente de grau metamórfico médio (admitido na literatura como de regime de pressões médias a elevadas), com protólitos de idade Esteniana-Toniana (Complexo Riacho Gravatá);

ii) Um magmatismo (*augen* gnaisses e ortognaisses graníticos) de idade Esteniana-Toniana (suíte Cariris Velhos) é bastante comum no **TAP** (corpos intrusivos no Complexo Riacho Gravatá), sendo ausente (ou não reconhecido) no **TPAB**/Grupo Cachoeirinha;

iii) Uma suíte granitóide K-calcioalcalina do Neoproterozóico III (tipo Itaporanga/PE - **TPAB** e Brejinho/PE - **TAP**) é encontrada em ambos os terrenos. No **TPAB**, o corpo de Itaporanga apresenta idade modelo TDM de 1,65 Ga, $\epsilon\text{Nd}_{(600)}$ de -9,0 e idade U-Pb (em zircão) de 585 Ma. Em dois corpos granitóides do **TAP**, Brejinho e Tavares, as idades TDM são de 1,4 Ga, os valores de $\epsilon\text{Nd}_{(600)}$ são de -3,3 e as idades U-Pb em zircão são de 650 e 640 Ma. Nesta mesma linha de pensamento, Torres (2001) também admite contrastes entre as suítes K-calcioalcalinas destes dois terrenos, ressaltando diferenças geoquímicas entre as mesmas, tais como valores de K_2O , $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$, Sr, Ba e elementos terras raras. Deve ser ressaltado que, embora estas suítes granitóides tenham sido posicionadas após o proposto (nesta tese e em outros trabalhos) episódio de colagem de terrenos, as diferenças geoquímicas constituem argumentos para diferenciar as suas fontes – no caso, a crosta inferior nos domínios justapostos;

Estes dados levantam a possibilidade de que: i) a colagem do **TAP** com o **TAM** a SW, ao longo da Zona de Cisalhamento Afogados da Ingazeira (**ZCAI**), precedeu a colagem **TAP/TPAB**; ii) a colagem **TAP/TAM** ao longo da **ZCAI** (com alojamento dos granitóides de Brejinho-PE e Tavares-PB) teria ocorrido em regime transformante/transcorrente, ou imediatamente sucedida por retrabalhamento transcorrente (que deste modo seria mais antigo que a transcorrência na **ZCSC**).

Em contrapartida à aplicação do modelo de terrenos alóctones na região, alguns autores (Mariano *et al.* 1999, 2001) ressaltam as semelhanças petrográficas e geoquímicas entre os granitóides do Neoproterozóico III de alguns terrenos da Zona Transversal (em especial a associação K-calcioalcalina), utilizando esta feição como argumento favorável a um modelo de evolução intracontinental na região;

iv) A presença de um volumoso plutonismo calcioalcalino (tipo Conceição) do Neoproterozóico III, no **TPAB**, contrasta com a sua reduzida expressão no **TAP** (ocorre apenas na porção nordeste do **TAP**, próximo ao limite com o **TPAB**), o que pode ser interpretado como (i) gênese ligada a um evento de subducção de mesma idade, ou (ii) uma fonte mantélica (\pm crosta inferior) litosférica com assinatura de processos de subducção mais antigos, no **TPAB**, contrastando com a ausência de tal assinatura (processos, fonte) no **TAP**;

v) A presença de uma zona de cisalhamento marcante e penetrativa - no caso, a **ZCSC**, no limite proposto para os dois terrenos. Esta estrutura é identificada tanto em escala de detalhe (campo/afloramento) como regional (imagens de satélites, aeroradiométricas, aeromagnéticas, etc.), com assinatura aeromagnética que permite inferir sua continuidade para profundidades superiores a 6-16 km (topo das anomalias magnéticas associadas à mesma).

No âmbito do Domínio da Zona Transversal, o modelo de terrenos alóctones também pode ser aplicado em outras áreas, em associação com a ocorrência de outras zonas de cisalhamento importantes (com dados gravimétricos e magnéticos permitindo inferir sua continuidade em profundidade), localmente contendo corpos eclogíticos e separando blocos com características geológicas distintas. Este é o caso do Terreno Alto Moxotó (**TAM**), situado a sul do **TAP**, cuja sutura pode estar representada pela **ZCAI** ou (Santos 1995, 1996, 2000; Santos & Medeiros 1998, 1999) pela proposta *Nappe* da Serra de Jabitacá, embora a caracterização deste último ainda demande trabalhos adicionais. No **TAM**, as unidades características são rochas de grau metamórfico médio a alto (atingindo a anatexia), de idade paleoproterozóica (complexos Sertânia e Floresta), com ocorrências de rochas granulíticas (prováveis retroeclogitos) e ausência (ou ocorrência restrita) de granitóides do Neoproterozóico III.

Ainda neste contexto de unidades alóctones, podemos ressaltar a presença de rochas eclogíticas na região de Bodocó-PE (Beurlen & Villaroel 1990). Tais litotipos foram considerados por Medeiros (1992) e Medeiros *et al.* (1993) como posicionados no limite/contato entre metapelitos alóctones do Grupo Cachoeirinha posicionados sobre litotipos gnáissicos mais antigos (meso/paleoproterozóicos ?), através de uma tectônica contracional com transporte tectônico para noroeste (semelhante à região aqui estudada). Entretanto tal correlação regional destes gnaisses (litotipos do **TAP** ?) demanda estudos futuros.

6.2) Eventos Tectônicos

A proposição de um modelo geodinâmico para este segmento da Zona Transversal requer a consideração de várias outras informações, sendo que um aspecto chave é a caracterização dos eventos deformacionais envolvidos na evolução da região.

6.2.1) O Evento D₂: A Deformação Transcorrente Brasileira

A arquitetura crustal da Zona Transversal, a exemplo de outros domínios na Província Borborema, é fortemente influenciada pelo arcabouço de zonas de cisalhamento transcorrentes, contemporâneas ao volumoso magmatismo K-calcioalcalino e outras suítes de origem mantélica, que indicam um enraizamento profundo para estas estruturas (Jardim de Sá *et al.* 1992; Corsini *et al.* 1991, 1992; Jardim de Sá 1994; Vauchez *et al.* 1992; Neves & Vauchez 1995).

Na região enfocada, as principais feições do evento designado de D₂ estão associadas a zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais (Serra do Caboclo e Juru) ou sinistrais (Afogados da Ingazeira), as quais coalescem com o Lineamento Patos (transcorrente dextral) e, por vezes, apresentam um componente oblíquo subordinado (ver item 3.4). Com esta distribuição, este evento deformacional é interpretado como tardio a posterior à colagem dos terrenos considerados (em alguns casos, também poderia ser sincrônico a uma colagem, o que todavia não é o caso da **ZCSC**), estando impresso em todas as unidades precambrianas na região estudada (à exceção dos plútons de Triunfo-PE e Palmeira-PB, bem como dos diques alcalinos de Manaíra/Princesa Isabel-PB).

O evento D₂ constitui o único registro estrutural na maior parte dos plútons brasileiros (em especial, nos granitóides K-calcioalcalinos e na suíte peralcalina de Catingueira), bem como na Formação Serra do Olho d'Água (unidade de topo do Grupo Cachoeirinha), a qual pode ser considerada como um depósito sintectônico (sin-transcorrência), com características intermediárias entre as seqüências tradicionalmente referidas como *flysch* e molassas.

Em alguns casos, estas zonas de cisalhamentos aproveitaram/reactivaram estruturas antigas (D₁), a exemplo do que é proposto para a **ZCSC**, limite entre o **TPAB** e o **TAP**.

A idade Neoproterozóica III atribuída a estas estruturas é função das datações de granitóides K-calcioalcalinos sin-trancorrentes/tectônicos, cujas idades se concentram regionalmente (inclusive em outros domínios da Província Borborema) na faixa de 580 ± 10 Ma. A etapa de resfriamento deste evento é delimitada pelas idades Ar-Ar referidas por Corsini *et al.* (1998), que variam de 540 a 502 Ma, respectivamente para anfibólios e muscovitas, obtidas em litotipos precambrianos da região do Lineamento Patos.

Faz-se necessário considerar, na contextualização do evento transcorrente D_2 , a ocorrência de idades mais antigas, de até 640 Ma, nos corpos K-calcioalcalinos de Brejinho-PE e Tavares-PB, no **TAP**. Tais valores implicariam em um intervalo de idades bem mais amplo para o evento de transcorrências, D_2 (640 a 570 Ma), que passaria a se superpor com o intervalo inferido para o evento precedente (D_1) nesta mesma região (ver adiante). Deste modo, deve ser registrado, inicialmente, um questionamento sobre o significado dessas idades mais antigas (anomalamente elevadas ?), em termos de um componente de herança nos zircões datados.

Assumindo que os valores estejam corretos (ou pelo menos, próximos dos verdadeiros), uma hipótese de interpretação alternativa seria associar estes corpos a um outro episódio de colagem penecontemporânea (ou mais antiga ?), entre o **TAP** e o Terreno Alto Moxotó (**TAM**), ao longo da **ZCAI**. Neste caso, a colagem teria ocorrido em regime transformante/transcorrente sinistral (hipoteticamente precoce em relação à cinemática dextral). Detalhes da cronologia dessa colagem, e a transição no registro estrutural da mesma, com respeito aos eventos D_1 e D_2 em torno da **ZCSC**, constituem um ponto para futura abordagem.

6.2.2) O Evento D_1 : A Deformação Tangencial Brasileira

Este evento corresponde a uma deformação tangencial com transporte para noroeste, observada tanto no **TPAB** como no **TAP**, afetando unidades do Neoproterozóico III (Formação Santana dos Garrotes do Grupo Cachoeirinha, e alguns corpos granitóides) e rochas mais antigas, o que permite caracteriza-lo como parte do Ciclo Brasileiro. As feições descritas (Capítulo 3) são compatíveis com uma cinemática contracional para D_1 , e a sua impressão nas unidades a sul e a norte da **ZCSC** permite associá-lo ao evento de colagem destes terrenos. Com base nas datações discutidas nesta tese (Capítulo 5), a idade do evento D_1 pode ser estimada entre 610 a 600 Ma, o que evidencia a passagem gradacional ou o curto lapso de tempo (e eventuais

problemas, acima comentados) com respeito ao evento D_2 , o que também é apoiado por dados de campo (relações estratigráficas do Grupo Cachoeirinha).

Na hipótese acima referida, a caracterização deste evento de colagem com idade brasileira, parece não ter envolvido um processo prévio (e longo) de subducção abaixo do **TAP** (ou seja, mergulhando para SE nas coordenadas atuais), tendo em vista a reduzida expressão de litotipos calcioalcalinos neoproterozóicos, acrescidos a este terreno em etapa pré a $\text{sin-}D_1$, o que seria requerido numa versão mais simplista do modelo.

Esta tectônica tangencial no âmbito do **TPAB** e **TAP** foi considerada, em trabalhos prévios (inclusive pelo presente autor), como associada ao evento Cariris Velhos, tendo em vista ter sido reconhecida, até então, apenas em litotipos com idades em torno de 1,0 Ga (Complexo Riacho Gravatá e *augen* gnaisses graníticos).

6.2.3) O Evento Cariris Velhos

A idade neoproterozóica III para a deformação D_1 leva a refletir sobre o significado tectônico do evento Cariris Velhos, pelo menos na região do **TPAB** e **TAP**. Podemos enumerar os seguintes pontos para consideração:

i) A existência de rochas geradas/associadas ao evento Cariris Velhos está bem estabelecida por idades U-Pb em zircão de *ca.* 1,0 Ga (Esteniano-Toniano), obtidas em ortognaisses e metavulcânicas do **TAP**. Em contrapartida, na região aqui enfocada, a deformação D_1 (contracional com transporte para noroeste) é de idade neoproterozóica III.

ii) Se o evento Cariris Velhos imprimiu uma deformação nos litotipos da região estudada, as estruturas resultantes teriam sido obliteradas pelos eventos posteriores (D_1 e D_2). Sendo impraticável a geração e alojamento de seqüências de arco e do volumoso plutonismo granitóide sem deformação contemporânea, em qualquer contexto visualizado (anorogênico, arco, colisional, etc.; ver seção 6.4 adiante), é possível admitir que tal evento não tenha deixado registro de estruturas contínuas, de alta temperatura, ao nível preservado. Ou seja, antes do evento Brasileiro, as seqüências de arco (Complexo Riacho Gravatá) e granitóides associados, hoje expostas, exibiriam apenas um registro estrutural de nível crustal raso – em especial, falhas seccionando rochas de baixo grau metamórfico/baixo *strain*. Uma outra alternativa seria assumir que a deformação D_1 teria obliterado/refoliado extensivamente um *fabric* hipotético associado ao evento Cariris Velhos.

iii) Considerando a não existência de estruturas de alto *strain*, ou a obliteração da tectônica Cariris Velhos na porção central e norte do **TAP** (região aqui estudada), ainda existe a possibilidade de que o registro da mesma esteja preservado na porção sul do **TAP** (região de Floresta-PE), onde Santos (1995) refere-se a um evento contracional com transporte para sul-sudeste.

6.3) O Limite TPAB vs. TAP e Outros

Trabalhos precedentes a Medeiros *et al.* (2001) admitiam que o limite entre o **TPAB** e **TAP** seria delineado pela *linha sienítica*, corpos de rochas sieníticas descritos inicialmente por Sial (1986), Ferreira (1986) e Ferreira & Sial (1988).

Todavia, a expressão estrutural desta *linha sienítica* não está bem caracterizada. Observa-se que, tanto a norte como a sul desta *linha*, ocorrem litotipos metavulcanossedimentares e ortognaisses com feições geológicas, petrológicas, geocronológicas (idades Cariris Velhos) e geoquímicas similares. Tais fatos dificultam a interpretação da *linha sienítica* como um limite de terrenos.

Em contrapartida, a **ZCSC** (conforme citada em parágrafos e capítulos anteriores) representa uma estrutura profunda, delimitando domínios geológicos contrastantes (litotipos Estenianos-Tonianos como o Complexo Riacho Gravatá e ortognaisses Cariris Velhos no **TAP**, e uma seqüência supracrustal do Neoproterozóico III, o Grupo Cachoeirinha no **TPAB**). Tendo em vista que o evento D₁ está registrado em ambos os domínios (**TAP** e **TPAB**), propõe-se que o mesmo marca o seu suturamento; neste caso, a **ZCSC** deve ter sido originada no evento D₁ e, posteriormente, reativada no evento D₂.

Nas adjacências a sul desta zona de cisalhamento, também são observados corpos de rochas máficas e ultramáficas, nas regiões da Fazenda Lavrada (sul de Catingueira-PB), Fazenda São Francisco (sudeste de Cacimba de Areia-PB) e Sítio Sarafina (nordeste de Desterro-PB). Estes litotipos são rochas de origem mantélica, alguns deles podendo representar corpos alojados tectonicamente durante a colisão entre os dois terrenos, suturados pela **ZCSC**. No tocante à ausência/pequena expressão de seqüências calcioalcalinas no **TAP** (esperadas considerando o transporte para NW durante a colisão, seqüenciando um evento precedente de subducção), tal feição pode significar: (i) um episódio curto de subducção, ou (ii) subducção fortemente oblíqua (sem registro estrutural preservado – lineações de estiramento precoces,

subparalelas a **ZCSC**); em ambos os casos, a formação de um arco cálcio-alcálico ficaria inibido, conforme exemplos descritos na literatura (Condie & Chomiak 1996).

As relações tectono-estratigráficas ao longo da **ZCSC** sugerem uma passagem gradual entre o evento acrescionário D_1 e o retrabalhamento transcorrente D_2 . As evidências incluem: (i) a idade do granodiorito de Curral Velho, tardi- D_1 , de 571 Ma (ou alternativamente, de até 610 Ma), intrusivo na Formação Santana dos Garrotes (esta idade também admite questionamento, no sentido de constituir um valor anormalmente baixo; ver item 5.3.4); (ii) o contexto da Formação Serra do Olho d'Água (topo do Grupo Cachoeirinha), a qual apresenta apenas feições da deformação transcorrente D_2 e contato (inferior) gradacional com a Formação Santana dos Garrotes, esta afetada pelas estruturas D_1 .

Na região estudada, o limite norte do **TPAB** é marcado pelo Lineamento Patos (zona de cisalhamento transcorrente dextral), separando-o da Faixa Seridó. A norte desta estrutura é constatada a presença de micaxistos, quartzitos, paragnaisses e calciossilicáticas migmatizadas (Grupo Seridó), que se prolongam até as adjacências de Patos-PB. As diferenças no arcabouço stratigráfico e nas feições estruturais (deformação tangencial com transporte para sul na Faixa Seridó), permitem considerá-los como domínios ou terrenos tectonoestratigráficos distintos, demarcados por uma sutura retrabalhada pelo Lineamento Patos, qualquer que seja a idade dos terrenos e eventos deformacionais envolvidos em ambos os domínios (ver discussões em Jardim de Sá 1994 e Van Schmus *et al.* 2003).

O limite sul do **TAP** é referido na bibliografia (Santos & Medeiros 1998, 1999) como a *Nappe* Serra de Jabitacá, delimitando-o com o **TAM**. A respeito deste limite, as seguintes considerações devem ser ressaltadas:

i) A importância da *Nappe* da Serra de Jabitacá foi enfatizada nos trabalhos de Santos (1995, 1996, 1999), na região da cidade de Floresta e adjacências a nordeste. Todavia, a caracterização desta estrutura ainda demanda detalhamento, em especial no tocante à sua cartografia e contexto cinemático e cronológico;

ii) Considerando a *Nappe* da Serra de Jabitacá como o limite entre o **TAP** e o **TAM**, a **ZCAI**, mais a NW, ficaria posicionada como uma estrutura intra-**TAP**. Todavia, é importante observar que esta zona de cisalhamento é uma das estruturas mais expressivas da Zona Transversal, sendo caracterizada por metamorfismo de alta temperatura indicativo de enraizamento profundo.

iii) Se for considerado a existência/posicionamento proposto na bibliografia, para a *Nappe* da Serra de Jabitacá, deve ser ressaltado que os dados aeromagnéticos analisados no presente trabalho indicam a existência (em profundidade) de apenas uma estrutura, que ficaria posicionada entre a **ZCAI** e a *Nappe* da Serra de Jabitacá. Tal feição implicaria na coalescência, em profundidade, entre estas duas estruturas, e que a **ZCAI** deve mergulhar para SE, em profundidade.

Estes argumentos demandam considerar, ainda em aberto, a caracterização do limite entre o **TAP** e o **TAM**, seja representado pela **ZCAI** ou pelo *Nappe* de Jabitacá. Além de melhor caracterizada e pela sua importância, é interessante registrar que a cinemática sinistral da **ZCAI** coaduna-se com o movimento do **TAP** para oeste/SW, no contexto da colisão penecontemporânea, em regime oblíquo (resultando em transpurrão dextral na evolução desde D_1 a D_2), entre o **TAP** e o **TPAB** (Figura 6.1).

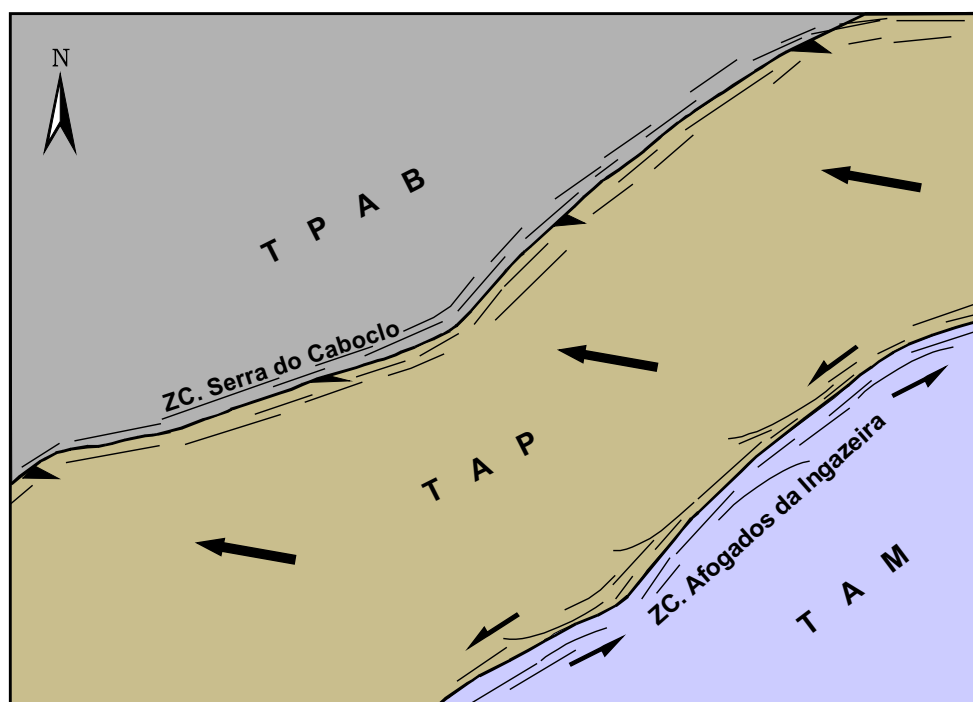


Figura 6.1 - Modelo de colisão em regime oblíquo (transpurrão dextral) entre o **TAP** e o **TPAB** (ver discussões no texto).

6.4) Modelos Geodinâmicos

6.4.1) Terreno Alto Pajeú: *Complexo Riacho Gravatá e Ortognaisses Cariris Velhos*

Conforme ressaltado em capítulos anteriores, o Complexo Riacho Gravatá é constituído por rochas metavulcanossedimentares, onde o conteúdo metavulcânico (metavulcânicas félsicas e intermediárias-máficas) é importante e representado por séries calcioalcalinas de médio a alto potássio, sendo mais expressivo no segmento oeste e norte da faixa de ocorrência deste complexo. Esta unidade ainda inclui corpos de rochas metamáficas-metaultramáficas, em expressão subordinada (Fazenda Lavrada/Serrote Pelado a sudeste de Catingueira-PB; Fazenda São Francisco a sudeste de Patos/Cacimba de Areia-PB; Sítio Sarafina a nordeste de Desterro-PB). Já os litotipos metassedimentares (clorita-muscovita xistos, biotita-muscovita xistos, por vezes feldspáticos e/ou com granada, além de gnaisses quartzosos e metacarbonatos/mármore) afloram com maior expressividade no setor leste e sul da faixa.

Os litotipos metavulcânicos do Complexo Riacho Gravatá são caracterizados (Kozuch 2003) por idades (U-Pb em zircão) entre 975 a 913 Ma (Toniano), T_{DM} de 1,8 a 1,6 Ga, e valores de $\epsilon Nd_{(1,0 Ga)}$ entre -5,0 e 0. Tais valores são consistentes com uma fonte mista (crustal-mantélica) de idade paleoproterozóica, para estas supracrustais.

Os *augen* gnaisses Cariris Velhos, na região estudada, são intrusivos no Complexo Riacho Gravatá e apresentam assinatura calcioalcalina potássica. As idades U/Pb (em zircão) variam de 956 a 944 Ma. Outros dados geocronológicos citados na literatura (ver dados/revisão de Kozuch 2003) são similares (idades U-Pb em zircão), sendo que os valores de T_{DM} são da ordem de 1,7 a 1,4 Ga, e $\epsilon Nd_{(1,0 Ga)}$ varia entre -1,3 e +1,7. A sul da região aqui enfocada (adjacências de Floresta-PE), Santos (1995) refere-se a migmatitos e ortognaisses, alguns com duas micas (tipo Recanto/Riacho do Forno, considerados como sincolisionais), com idades em torno de 1,0 Ga.

A deformação tangencial (D_1), impressa tanto no Complexo Riacho Gravatá como nos ortognaisses Cariris Velhos, foi aqui datada (pelo menos sua fase tardia) como do Neoproterozóico III.

No contexto sumarizado acima, algumas considerações podem ser levantadas quando ao modelo de evolução geodinâmica para estas unidades do **TAP** (Complexo Riacho Gravatá e *augen* gnaisses/ortognaisses Cariris Velhos).

i) Rifte ou Distensão Pós-Orogênica

A hipótese de considerar a geração do Complexo Riacho Gravatá em um ambiente distensivo, tipo rifte (Figura 6.2a, assumindo um modelo de distensão em regime de cisalhamento simples), enfrentaria algumas dificuldades, a exemplo da assinatura calcioalcalina das metavulcânicas, e a ausência de rochas alcalinas nestas associações (Complexo Riacho Gravatá e ortognaisses Cariris Velhos).

Um outro fator negativo seria a presença subordinada de sedimentos siliciclásticos de águas rasas ou continentais (quartzitos, metaconglomerados, etc.).

Uma alternativa para o regime de distensão seria considerar um contexto de colapso tardi a pós-orogênico. Neste caso, torna-se necessário considerar a existência de um evento colisional precedente, de grande magnitude (em termos de espessamento crustal), ca. 1,2 a 1,1 Ga (no caso, a orogênese Cariris Velhos). Todavia, o registro estrutural esperado para um evento deste tipo, na idade citada, ainda não foi caracterizado na região enfocada, tornando hipotética esta interpretação.

ii) Arco Oceânico ou Continental

A hipótese de um ambiente de arco oceânico (Figura 6.2b), é prejudicada, em primeira instância, pela presença reduzida de termos basáltico-andesíticos, bem como pela dominância de ortognaisses e metavulcânicas ácidas com origem ou contribuição de crosta continental (*cf.* dados isotópicos já referidos). No sentido oposto, tais feições favorecem um ambiente de arco continental (Figura 6.2c).

Tendo em vista a aparente ausência de um registro estrutural dúctil, de alto *strain*, associado ao evento Cariris Velhos (ca 1,0 Ga) na região (ou seja, encerrando essa evolução com um evento colisional), a evolução subsequente deste arco magmático de idade Esteniana-Toniana demandaria que o mesmo fosse mantido em um contexto inativo no lapso de tempo entre o evento Cariris Velhos e o Ciclo Brasileiro (650-600 Ma), requerendo a interrupção da subducção esteniana-toniana e um oceano aberto, separando os terrenos envolvidos (**TAP** e **TPAB**). Tal seqüência evolutiva é pouco conhecida (e possivelmente pouco provável) e o fechamento desse oceano demandaria um processo importante de subducção neoproterozóica, que não possui registro compatível (metavulcânicas e granitóides calcioalcalinos neoproterozóicos) nos terrenos adjacentes.

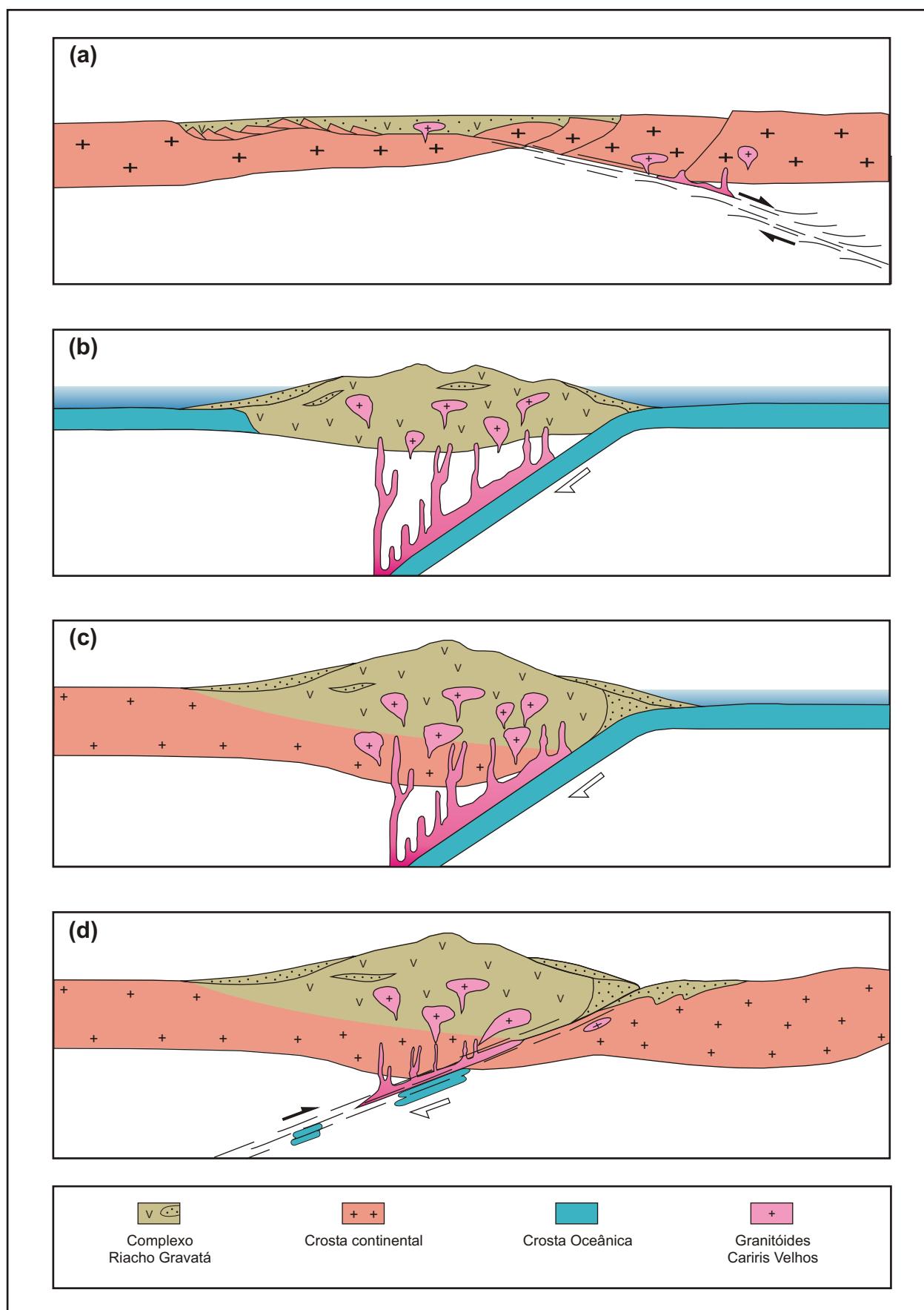


Figura 6.2 - Modelos de evolução geodinâmica para as unidades do **TAP** e o evento Cariris Velhos. Ver discussões no texto. a) rifte (ou distensão tardi-orogênica); b) arco oceânico; c) arco continental; d) colisão de arco continental com microcontinente (modelo admitido no presente trabalho). Manto em branco.

iii) Colisão de um Arco Continental com um Microcontinente

Este modelo ampliado (Figura 6.2d) explicaria a predominância de metavulcânicas ácidas com assinatura calcioalcalina, bem como as características dos ortognaisses Cariris Velhos, interpretados como suítes calcioalcalinas colisionais, com contribuição crustal. A assinatura de granitóides tipo S, em outras regiões (Santos 1995, 1996; Bittar 1998), ratifica o ambiente colisional e, neste caso, os *augen* gnaisses subalcalinos/calcioalcalinos potássicos poderiam representar um cortejo de plútons sin a tardi-colisão, herdando a assinatura da fonte de arco.

Neste contexto, a colisão teria decorrido após um curto período de subducção (oceano estreito) e envolvendo blocos de reduzida dimensão (*docagem* entre um microcontinente e arco), de modo a não configurar uma orogênese importante, com geração de metamorfismo de alto grau e estruturas de alto *strain*, feições não caracterizadas para este intervalo de tempo.

Por fim, ressaltamos que os modelos acima citados apresentam problemas na sua concepção, não obstante a utilização do modelo de terrenos alóctones. Entretanto, a alternativa *iii* (colisão de arco continental-microcontinente) nos parece a mais coerente com os dados disponíveis.

6.4.2) Terreno Piancó-Alto Brígida: *Grupo Cachoeirinha e Granitóides Brasileiros*

O **TPAB** está representado pelas metasupracrustais do Grupo Cachoeirinha e granitóides (brasileiros) do Neoproterozóico III.

As metavulcânicas ácidas deste grupo apresentam assinatura geoquímica de rochas subalcalinas/calcioalcalinas, peraluminosas de médio a alto potássio. Quanto à deposição do Grupo Cachoeirinha, as idades obtidas nas metavulcânicas ácidas da Formação Santana dos Garrotes permitem inferir um intervalo entre 660 e 620 Ma. A deposição da Formação Serra do Olho d'Água é mais nova, tendo em vista que a mesma não apresenta a assinatura da deformação tangencial D_1 , não é intrudida pelos granitóides brasileiros (pelo menos na sua porção superior), e seus metaconglomerados contêm clastos das unidades sotopostas (Formação Santana dos Garrotes, Complexo Riacho Gravatá e ortognaisses Cariris Velhos).

Ainda com relação à Formação Serra do Olho d'Água, é proposta na bibliografia (Santos 2001) a hipótese de sua correlação com possíveis eventos glaciais, em escala mundial, que teriam ocorrido no final do Neoproterozóico (entre 700 e 540 Ma).

Entretanto, apesar da idade coincidente, (ainda ?) não foram comprovadas, na mesma, feições diagnósticas deste tipo de ambiente.

O plutonismo brasileiro é intrusivo nos litotipos da Formação Santana dos Garrotes e raramente registrado na Formação Serra do Olho d'Água (ausente na porção superior/seqüência de metaconglomerados desta formação). Este magmatismo é representado por granitóides calcioalcalinos normais (tipo Conceição) no interior da faixa de ocorrência do Grupo Cachoeirinha, além de termos K-calcioalcalinos (tipo Itaporanga) e peralcalinos (tipo Catingueira), na porção norte do **TPAB**.

Neste contexto, o Grupo Cachoeirinha representaria uma deposição sinorogênica com assinatura colisional brasileira. Uma subducção brasileira também poderia ser embasada pela presença dos granitóides calcioalcalinos (tipo Conceição) e metavulcânicas com afinidades calcioalcalinas (Aurora-CE; Costa 1980) no **TPAB**; entretanto, o posicionamento geológico/geográfico dos granitóides do tipo Conceição (implicando em subducção para NW, se relacionados à sutura/**ZCSC**, com conseqüente cinemática contracional com transporte para SE) entraria em desarmonia com a cinemática D_1 (empurrões para NW), observada em campo (Figura 6.3a). Neste contexto cinemático colisional, o **TPAB** é preferencialmente interpretado como a placa/terreno consumida (Figura 6.3b).

Com esta restrição, a hipótese de associação dos granitóides calcioalcalinos tipo Conceição no **TPAB**, com uma zona de subducção, demanda assumir a alternativa de uma sutura situada na sua borda norte, possivelmente envolvendo a sua colagem com a Faixa Seridó. Esta sutura estaria extensivamente obliterada pelas transcorrências do Lineamento Patos.

Em quaisquer dos contextos propostos, é necessário considerar a importância dos cisalhamentos transcorrentes (D_2), provocando dispersão/destruição de estruturas/zonação original nas faixas, uma feição típica do modelo de terrenos alóctones.

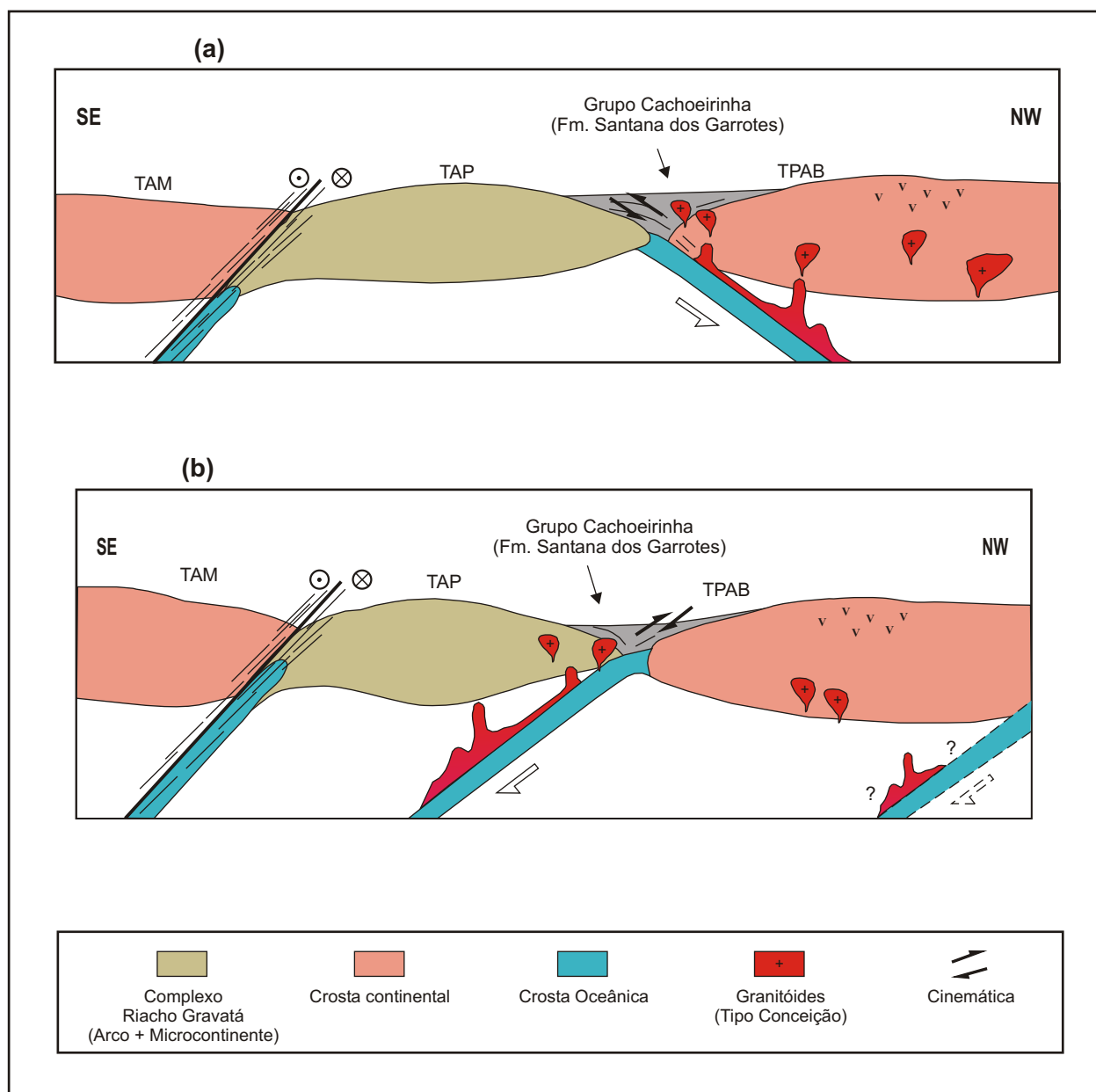


Figura 6.3 - Modelos de evolução geodinâmica para a região abordada. (a) O plutonismo calcioalcalino tipo Conceição é assumido como originado em processo de subducção; o Grupo Cachoeirinha seria deformado com transporte para SE e o **TAP** já estaria acrescido ao **TAM** num evento penecontemporâneo. (b) A zona de subducção a NW estaria, hipoteticamente, associada com a colagem do **TPAB** com a Faixa Seridó (colisão oblíqua ?), formando a suite cálcioalcalina do tipo Conceição (modelo preferido no presente trabalho). Ver discussões no texto.

6.4.3 - O Modelo Proposto

Conforme acima discutido, podemos ressaltar a dificuldade da aplicação de um modelo *clássico* de tectônica de placas na região, em especial pela ausência de um zoneamento paleotectônico simples. Esta situação é esperada (e na verdade, típica) em um contexto de terrenos alóctones, posteriormente recortados por importantes zonas de transcorrência, obliterando a arquitetura (já originalmente complexa) da faixa orogênica. Também deve ser mencionado que, para a escala de um modelamento geodinâmico, o conhecimento geológico regional ainda é incompleto. Deste modo, a proposição de modelos deve ser encarada como um exercício para orientar a continuidade das pesquisas, na busca de dados e critérios diagnósticos de ambientes tectônicos.

Assumindo tais restrições, pode ser considerado que o Complexo Riacho Gravatá, *augen* gnaisses e ortognaisses do **TAP**, na região estudada, constituiriam um arco continental provavelmente acrescido a um microcontinente (hipoteticamente representado pelos complexos Afogados da Ingazeira e Serra Talhada), durante o evento Cariris Velhos (Esteniano-Toniano). A história imediatamente subsequente desse terreno tipo arco+microcontinente não é adequadamente compreendida.

Durante o Neoproterozóico III, esse bloco colidiu com o **TPAB** (evento marcado pela deformação D₁), que por sua vez constituiria outro microcontinente (com o substrato antigo representado pelos gnaisses bandados de Bom Jesus) com depósitos de margem passiva (parte do Grupo Cachoeirinha, ou seqüências similares) e sin-colisionais (a maior parte do Grupo Cachoeirinha ?) atrelados à sua borda (figuras 6.4a). Em seqüência, esses terrenos foram retrabalhados e fatiados pelas transcorrências brasileiras (evento D₂), conforme ilustrado na figura 6.4b.

Tal modelo pode ser embasado em feições como:

i) Para o ambiente de arco continental do **TAP**, os litotipos observados e a assinatura calcioalcalina das metavulcânicas do Complexo Riacho Gravatá são feições indicativas de tal ambiente. O mesmo pode ser colocado no tocante aos *augen* gnaisses/ortognaisses Cariris Velhos (calcioalcalinos de alto potássio); todavia, neste caso é também possível admitir que a sua assinatura geoquímica represente uma herança da fonte (crosta inferior calcioalcalina e/ou manto metassomatizado com componente de zona de subducção), e que seu contexto de alojamento seja sin a tardi-colisional (ca. 1,0 Ga), como sugere a ocorrência de ortognaisses tipo S com idade similar. Aparentemente, esta história colisional não tem registro dúctil, de alto *strain*, o

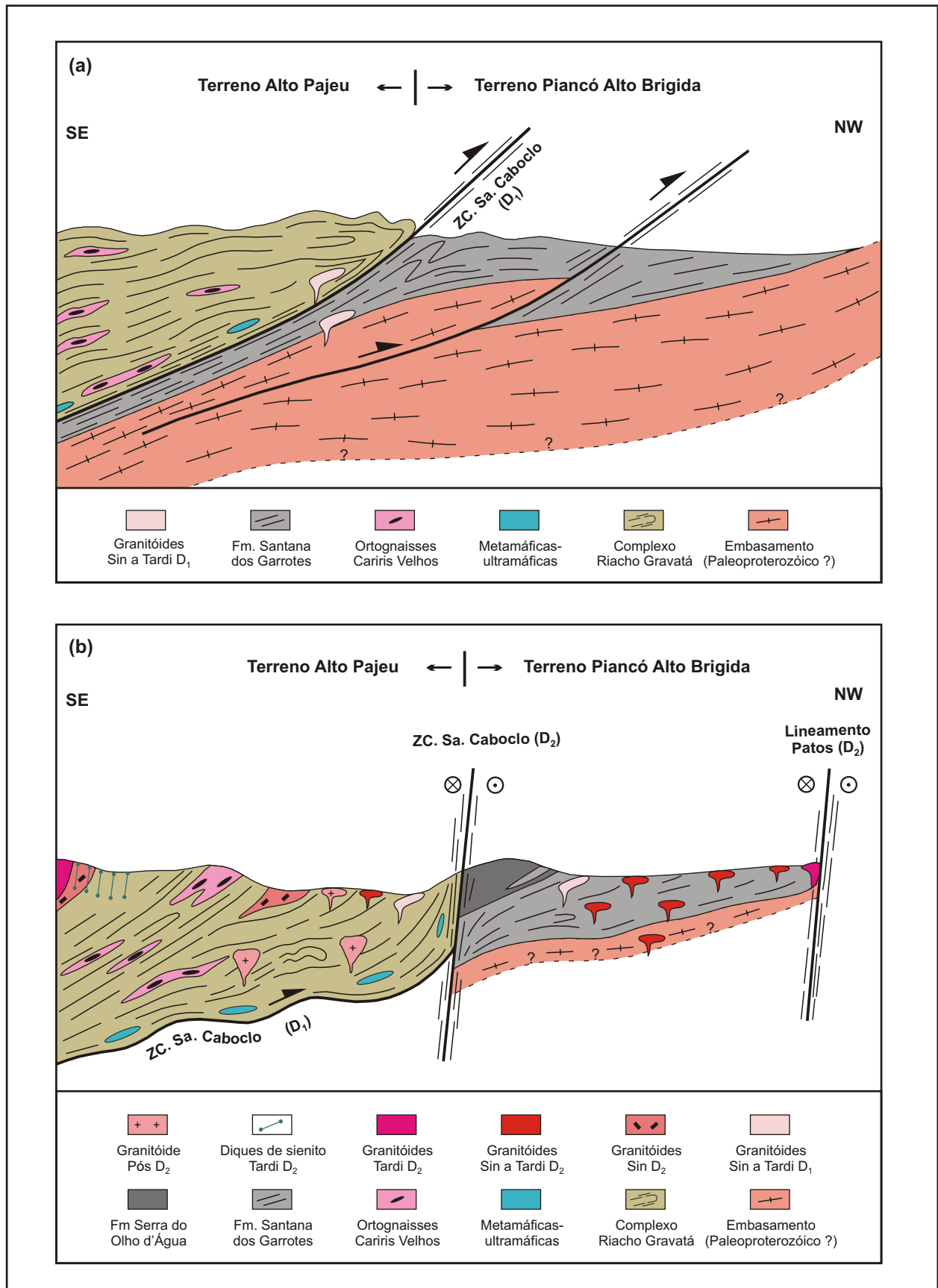


Figura 6.4 - Perfís geológicos esquemáticos ilustrando o modelo de evolução estrutural brasileira proposto para a região estudada, segundo evento colisional D₁ (a) e transcorrênte D₂ (b).

que pode significar um episódio de docagem envolvendo blocos de dimensões reduzidas (microcontinentes).

ii) Neste modelo evolutivo, é necessário admitir que o arco/microcontinente **TAP** permaneceu “inativo” no lapso de tempo entre o evento de geração (ca. 1,0 Ga) e o evento colisional Brasileiro (D_1), no Neoproterozóico III (600 ± 10 Ma);

iii) As metavulcânicas ácidas do Grupo Cachoeirinha também representam um contexto colisional e exibem assinatura geoquímica (apesar do número reduzido de análises) condizentes com tal ambiente colisional proposto para **TPAB** e o **TAP**. Corpos ofiolíticos diagnósticos não foram identificados, embora as rochas ultramáficas das fazendas Lavrada/Serrote Pelado (sudeste de Catingueira-PB) e São Francisco (sudeste de Patos/Cacimba de Areia-PB) possam, hipoteticamente, representar fatias desmembradas de litosfera oceânica. É razoável admitir que a colisão iniciou em regime oblíquo, com o movimento do **TAP** lateralmente condicionado pela cinemática sinistral da **ZCAI** (colagem pencontemporânea entre o **TAP** e o **TAM**);

iv) A faixa de granitóides calcioalcalinos (tipo Conceição) que ornamenta o **TPAB** (no mesmo sentido, também as metavulcânicas calcioalcalinas de Aurora-CE ?) pode representar a assinatura de um outro processo de colagem, entre este domínio e a Faixa Seridó, mais a norte. Neste caso, o forte retrabalhamento do Lineamento Patos impede a reconstituição das relações originais, incluindo a cinemática da colagem e as relações de contato e contexto deposicional do Grupo Cachoeirinha e outras supracrustais associadas.

- CAPÍTULO VII -

CONCLUSÕES

O Grupo Cachoeirinha (seqüência metavulcanossedimentar do **TPAB**, com predominância do componente metassedimentar) é representado, na sua porção inferior, pela Formação Santana dos Garrotes (metapelitos e metarenitos finos predominantes, com delgados níveis de metavulcânicas ácidas, formações ferríferas, metacarbonatos e raros metaconglomerados). As metavulcânicas ácidas desta formação apresentam idades entre 660 e 620 Ma, demarcando o período de deposição desta seqüência, no final do Neoproterozóico. Tanto o registro da deformação D₁ (evento contraccional com transporte para NW) como D₂ (transcorrência dextral) foram observados nesta formação, permitindo correlacionar estes dois eventos com a Orogênese Brasileira.

A porção superior do Grupo Cachoeirinha é constituída pela Formação Serra do Olho d'Água (metapelitos e metarenitos basais, com metaconglomerados polimíticos e polimodais na porção superior), onde foram observadas apenas as feições da deformação D₂, a qual imprime uma foliação e provoca dobramento e basculamento do acamamento.

O contato entre estas duas formações do Grupo Cachoeirinha é gradacional. Todavia, um intervalo de tempo (mesmo que pequeno) deve ser considerado, em virtude da diferença do registro estrutural nas mesmas - D₁ e D₂ impressos na seqüência basal, e somente D₂ na unidade de topo.

O Complexo Riacho Gravatá é constituído por litotipos metavulcanossedimentares de idade Toniana na região estudada (idades estenianas também são reportadas em outras regiões da Zona Transversal), onde o conteúdo metavulcânico é representando (essencialmente) por termos ácidos dominantes sobre intermediários-básicos os quais, apesar de apresentarem *trends* evolutivos distintos, são todos calcioalcalinos de médio a alto-K.

Os *augen* gnaisses e ortognaisses Cariris Velhos (uma associação característica do **TAP**) são intrusivos no Complexo Riacho Gravatá e apresentam assinatura

geoquímica calcioalcalina compatível com contextos seja de arco continental ou sin a tardi-colisional.

A **ZCSC** representa a sutura limite entre o **TPAB** e o **TAP**, os quais foram justapostos durante o evento tectônico contracional D_1 , correlacionado ao Ciclo Brasileiro (Neoproterozóico III). Esta zona de cisalhamento foi posteriormente retrabalhada pelo evento transcorrente brasileiro, D_2 .

O evento tectônico D_1 apresenta cinemática contracional com transporte para NW, cujo registro foi observado tanto no **TPAB** (Formação Santana dos Garrotes e alguns corpos granitóides do Neoproterozóico III) como no **TAP** (Complexo Riacho Gravatá e metaplutônicas Cariris Velhos). A idade deste evento, comumente referido na literatura como mais antigo (ca. 1,0 Ga), foi confirmado nesta tese como do Neoproterozóico III, pela datação obtida em um granodiorito tardi- D_1 .

O evento D_2 possui cinemática essencialmente transcorrente, responsável pela geração (ou retrabalhamento) das grandes zonas de cisalhamento observadas na região (zonas de cisalhamento Patos, Serra do Caboclo, Juru, Afogados da Ingazeira etc).

As idades tonianas obtidas em *augen* gnaisses e ortognaisses do **TAP** corroboram os dados da literatura sobre a presença de rochas Cariris Velhos na região. Entretanto, as feições/registros estruturais deste período não foram caracterizadas, possivelmente pela sua obliteração (hipoteticamente consideradas como estruturas de baixo *strain* e nível crustal raso) pelos eventos posteriores do Neoproterozóico III (o evento contracional D_1 , de alto *strain*).

A integração das novas ferramentas de mapeamento geológico (imagens de satélite e aerogeofísicas), e a modernização das técnicas tradicionais (análise cinemática), acopladas com os métodos geoquímicos e geocronológicos, conduziram a uma melhor compreensão da geologia da região. Neste contexto, ressaltamos a visão regional das grandes zonas de cisalhamento (tanto em mapa como em profundidade) a partir das imagens de sensores remotos, onde se pode estimar profundidades superiores a 6-16 km para o topo das anomalias associadas às principais zonas de cisalhamento nos domínios estudados. Para a Zona de Cisalhamento Juru a profundidade estimada é mais modesta, com o topo das anomalias na faixa de 2 a 6 km.

A cartografia das unidades geológicas e da trama estrutural (lineamentos) puderam ser sensivelmente aprimoradas a partir de imagens de satélite (Landsat 7

ETM+) e aerogamaespectrométricas (este em especial ao mapa ternário K-Th-U), evidenciando a importância destas técnicas no mapeamento geológico.

Não obstante as complexidades para a compreensão dos ambientes geodinâmicos na região estudada, pode-se considerar que o Complexo Riacho Gravatá e os *augen* gnaisses e ortognaisses do **TAP** são representantes de um arco continental (provavelmente acrescido a um microcontinente) gerado no evento Cariris Velhos (Esteniano-Toniano), e colidido com o **TPAB** durante a deformação tangencial D_1 (brasílica). No evento D_2 esses terrenos foram retrabalhados e fatiados pelas transcorrências brasílicas.

Encerrando este capítulo, destacamos como contribuições deste trabalho: i) a compreensão dos eventos tectônicos da região, onde a tectônica tangencial (com transporte preferencialmente para NW - D_1), previamente atribuída como de idade Cariris Velhos, está associada com a orogênese brasílica, sendo precoce a contemporânea às transcorrências brasílicas (evento D_2); ii) o limite entre o **TPAB** e o **TAP**, aqui atribuído e caracterizado ao longo da **ZCSC**; iii) a estratigrafia e assinatura estrutural do Grupo Cachoeirinha (**TPAB**); iv) o modelo de evolução geodinâmica do **TPAB** e **TAP**, incluindo considerações sobre o **TAM**.

- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -

- Abreu F.A.M. & Gorayeb P.S.S. 1996. Os terrenos granulíticos do NW cearense como indicadores de crustal-stacking-wedge. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 39, *Anais*, p. 269-272.
- Almeida A.R. & Ulbrich H.H.G.J. 1997. Os magmatismos cálcio-alcálico e peralcalino e os tensores das deformações brasileiras no Ceará. *In: SBG: Simp. Geol. Nord.*, 17, *Res. Expan.*, p. 239-243.
- Almeida C.N., Guimarães I.P., Silva Filho A.F., Beurlen H. 1997. Sm-Nd isotope geochemistry and U/Pb geochronological data of the Campina Grande complex, Paraíba state, NE Brazil. *In: SBG, Simp. Geol. Nord.*, 17, *Res. Expan.*, p. 3-6.
- Almeida F.F.M., Leonards JR. O.H., Valença J. 1967. *Granitic rocks of the North East South America*, Recife: UNESCO, 51 p.
- Almeida F.F.M., Melcher G.C., Cordani U.G., Kawashita K., Vandomos P. 1968. Radiometric age determinations from Northern Brazil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 17:3-15.
- Almeida F.F.M., Hasui Y., Brito Neves B.B. 1976. The upper precambrian of South America. *Boletim IG/Universidade de São Paulo*, 7:45-80.
- Almeida F.F.M., Hasui Y., Brito Neves B.B., Fuck R. 1977. Províncias estruturais brasileiras. *In: Simp. Geol. Nord.*, 8, *Resumos*, p. 363-391.
- Almeida F.F.M., Hasui Y., Brito Neves B.B., Fuck R. 1981. Brazilian structural provinces: na intruduction. *Earth Sci. Rev.*, 17:1-29.
- Amaro V.E. 1998. *Análise conjunta de dados geológicos, geofísicos e de sensoriamento remoto do setor extremo nordeste da Província Borborema, nordeste do Brasil, com ênfase nas zonas de cisalhamento dúcteis neoproterozóicas*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 393 p.
- Angelim L.A.A. 2001. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. *Aracaju NW, Folha SC.24-V*. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM. CD-ROM.
- Araújo J.M.M. 1995. *Mapeamento geológico de uma área a noroeste de Pocinhos (PB)*. Relatório de Graduação, Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 107 p.
- Barbosa O. 1970. *Geologia Econômica de parte da região do médio São Francisco, Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, Boletim, 140, 97 p.
- Berg H.C., Joneas D.L., Richter D.H. 1972. Gravina-Nutzotin belt - tectonic significance of an upper Mesozoic sedimentary and volcanic sequence in southern and southeastern Alaska. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap* 800-D, D1-24.
- Beurlen H. & Villaroel H.S. 1990. Petrografia de duas ocorrências de provável eclogito em Bodocó e Floresta no estado de Pernambuco, Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 20:111-121.
- Beurlem H., Sial A.N., Brito Neves B.B. 1978. Considerações sobre a geologia da área entre Piancó e Catingueira, PB. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 30, *Anais*, p. 58-68.
- Beurlen H., Pessoa R.R., Almeida C.N., Alencar S.G.S. 1991. Itatuba (PB): novas ocorrências de eclogitos proterozóicos associados a minério de Fe e Ti na Província Borborema. *In: SBG: Simp. Geol. Nord.*, 14, *Atas*, p. 236-239.

- Beurlen H., Silva Filho A.F., Guimarães I.P., Sampaio A.S. 1990. Evolução metamórfica dos eclogitos da ocorrência de Fe-Ti da fazenda Esperança, Bodocó, Brasil. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 36, *Anais*, p. 2025-2039.
- Bezerra F.H.R. 1992. *Geologia e evolução petrológica do Complexo Canindé do São Francisco e rochas metavulcânicas adjacentes (Sergipe e Alagoas)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. 205 p.
- Bezerra F.H.R., Nilson A.A., Blais S., *et al.* 1991. Petroquímica de elementos maiores e traços do complexo gabróico Canindé e sequência vulcanossedimentar encaixante. *In: SBGq: Cong. Bras. Geoq.*, 3, *Resumos*, p.183-184.
- Bittar S.M.B. 1998. *Faixa Piancó-Alto Brígida: Terreno tectonoestrutural sob regimes metamórficos e deformacionais contrastantes*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 126 p.
- Bittar S.M.B, Lima E.S., Campos Neto M.C. 1996. Caracterização termobarométrica das rochas metavulcanossedimentares da Faixa de dobramentos Piancó-Alto Brígida, na área de Macacos-Piauí e na área a sul de Piancó-PB. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 39, Salvador. *Resumos.*, v.6, p. 149-151.
- Brasilino R.G., Sial A.N., Lafon J.M. 1998. Magmatic epidote, hornblende barometric estimates and emplacement of the Conceição das Creoulas pluton, Alto Pajeú terrane, NE Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.*, **71**:3-16
- Brito Neves B.B. 1975. *Regionalização geotectônica do Precambriano nordestino*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 198 p.
- Brito Neves B.B. 1983. *O mapa geológico do nordeste Oriental do Brasil escala 1:1.000.000*. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 177 p.
- Brito Neves B. B., Van Schmus W. R., Basei M. A. S. 1990. Contribuição ao estudo geocronológico do sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida. *In: SBG: Simp. Geol. Nord.*, 36, *Anais*, p. 2697-2710.
- Brito Neves B.B., Van Schmus W.R., Santos E.J. *et al.* 1995. O evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. *Rev. Bras. Geoc.*, **25**:279-296.
- Brito Neves B.B., Campos Neto M.C., Van Schmus W.R., Santos E.J. 2001. O Sistema Pajeú-Paraíba e o Maciço São José do Campestre no Leste da Borborema. *Rev. Bras. Geoc.*, **31**:173-184.
- Brito Neves B.B., Passarelli C.R., Basei M.A.S., Santos E.J. 2003. Idades U-Pb em zircão de alguns granites clássicos da Província Borborema. *Rev. Inst. USP. Geol. USP. Sér. Cient.*, **3**:25-38.
- Caby R. 1989. Precambrian terranes of Benin-Nigeria and northeast Brazil and the Late Proterozoic south Atlantic fit. *In: Dallmeyer, R.D.* (ed). *Terranes in the Circum-Atlantic Paleozoic Orogens. USA, Geol. Amer. Spec. Pap.* **230**:145-158.
- Caby R., Arthaud M.H., Vauchez A. 1991. Crustal evolution and the Brasiliano Orogeny in Northeast Brazil. *In: Dallmeyer, R.D., LèCorché, J.P.* (eds). *The West African orogens and Circun-Atlantic correlatives. Spring-Verlag*, pp.: 373-397.
- Campelo R.C. 1999. *Análise de terrenos na porção setentrional da Província Borborema, NE do Brasil: Integração de dados geológicos e gravimétricos*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 130 p.
- Campos Neto M.C., Bittar S.M.B., Brito Neves B.B. 1994. Domínio tectônico Rio Pajeú- Província Borborema: orogêneses superpostas no ciclo brasileiro\pan-africano. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 38, *Anais*, p. 221-222.

- Castro D.L., Barbosa V.C.F., Silva J.B.V., Medeiros W.E. 1997. Relevo da Interface crosta-manto no Nordeste Setentrional do Brasil: Comparação entre vínculos de isostasia e suavidade. *In: SBGf, Cong. Inter. SBGf., 2, Anais*, p. 682-685.
- Castro D.L., Medeiros W.E., Jardim de Sá E.F., Moreira J.A.M. 1998. Gravity map of part of northeast Brazil and interpretation based on the hypothesis of isostasy. *Rev. Bras. Geof.*, **16**:115-131.
- CENE/SBG. 1986. Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica: Guia de nomenclatura estratigráfica. *Rev. Bras. Geoc.*, **16**:370-415.
- Condie K.C. & Chomiak B. 1996. Continental accretion: contrasting Mesozoic and Early Proterozoic tectonic regimes in North America. *Tectonophysics*, **265**:01-126.
- Coney P.J. 1989. Structural aspects of suspect terranes and accretionary tectonics in western North America. *Journ. Strat. Geol.*, **11**:107-125.
- Coney P.J., Jones D.L., Monger J.W.H. 1980. Cordilleran suspect terranes. *Nature*, **288**:329-333.
- Corsini M., Amaro V.E., Vauchez A. 1992. Relais de cisaillements ductiles transcurrents à l'échelle continentale: exemple de la Province de Borborema (NE Brésil). *C. R. Acad. Sci. Paris*, **314**:845-850.
- Corsini M., Lambert de Figueiredo L., Caby R., *et al.* 1998. Thermal history of the Pan-African/Brasiliano Borborema Province of northeast Brazil deduced from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analysis. *Tectonophysics*, **285**:103-117.
- Corsini M., Vauchez A., Archanjo C.J., Jardim de Sá E.F. 1991. Strain transfer at continental scale from a transcurrent shear zone to a transpressional fold belt: the Patos-Seridó system, northeastern Brazil. *Geology*, **19**:586-589.
- Costa M.J. 1980. *Rock and soil geochemical investigations on sulphide-bearing precambrian metavolcanics at Aurora, Ceará State. North East Brazil*. Dissertação de Mestrado. University of Leicester: 120 p.
- Cunha A.C. 1976. *Aspectos geológicos e econômicos da região a sudeste de Catingueira*. Relatório de Graduação, Curso de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, 91 p.
- Cunha M.A.L. 1994. *Petrologia, geoquímica e profundidade de posicionamento dos stocks granodioritos-tonalitos de Boa Ventura, Conceição e Pedra Branca-Paraíba, Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 160 p.
- Dantas E.L., Hardy, J., Fuck, R.A., *et al.* 2001. Proveniência e idade deposicional da região de Santa Terezinha de Goiás, baseada em dados isotópicos Sm-Nd e U-Pb em monocristal de zircão. *Rev. Bras. Geoc.*, **31**:329-334.
- Davison I. 1987. Acreção de terrenos e colisão oblíqua do Proterozóico Superior na Faixa Sergipana. *In: Simp. Nac. Est. Tect.*, 1, *Bol. Res.* p. 87-89.
- Davison I. & Santos R.A. 1989. Tectonic evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny. *Precamb. Res.*, **45**:319-342.
- Ebert H. 1962. Bastil und regional metamorphose in Prakambrischen grundgebirge brasiliens. *Tschermarks Min. U. Petr. Mitt.*, **8**:49-81.
- Farina M. 1969. *Ultrabasitas níquelíferos de Catingueira – Paraíba: considerações sobre a geoquímica e a geologia econômica*. Recife, SUDENE - Divisão de Geologia Econômica, n. 7, 76 p.

- Fernandes N.H. 1995. *Mapeamento Geológico de uma Área a SE de Catingueira (PB)*. Relatório de Graduação, Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 85 p.
- Ferreira C.A. & Santos E.J. 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. *Jaguaribe SE, Folha SC.24-Z*. Escala 1:500.000. Brasília, CPRM. CD-ROM.
- Ferreira M.A.F., Ferreira V.P., Sial A.N., *et al.* 1997. The Ultrapotassic Serra do Man Syenite, Alto Pajeú Terrane, NE Brasil. *In: Intern. Symp. Granites Assoc. Mineraliz., 2, Ext. Abst.*, 110-111.
- Ferreira V.P. 1986. *Petrologia e geoquímica de rochas peralcalinas do Cinturão de Dobramentos Cachoeirinha-Salgueiro, nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 177 p.
- Ferreira V.P. 1991. *Petrology and Geochemistry of the Late Precambrian Ultrapotassic Peralkaline Triunfo Pluton and Related Dikes, State of Pernambuco, Northeast Brazil*. Tese de Doutorado, University of Georgia, 265 p.
- Ferreira V.P., Sial A.N., Jardim de Sá E.F. 1998. Geochemical and isotopic signatures of Proterozoic granitoids in terranes of the Borborema structural province, northeastern Brazil. *Jour. South Am. Earth Sci.*, **11**:439-455.
- Fetter A., Van Schmus W.R., Santos T.E., *et al.* 1997. Geocronologia e estruturação do estado do Ceará: NW da Província Borborema, NE Brasil. *In: SBG, Simp. Geol. Nord., 17, Res. Expan.* p. 32-33.
- Galindo A.C. & Sá J.M. 2000. Contexto tectônico e geoquímico do granitóide Catingueira: Um magmatismo alcalino-peralcalino no limite norte da Zona Transversal da Província Borborema. *Geoch. Brasiliensis*, **14**:1-21.
- GEOFOTO S.A. 1977. *Projeto Cariris Velhos (levantamento aeromagnético e aerogamaespectrométrico)*. DNPM/CPRM. Relatório final, *Textos e anexos*. Rio de Janeiro.
- GETECH & PGW. 1996. *South American magnetic Mapping Project*. Technical Report and Survey Atlas. 11 p.
- Gibbons W. 1994. Suspect terranes. *In: Hancock, P.L. (ed.) Continental deformation*. s.l.: Pergamon Press., pp. 305-319.
- Goist T.O. 1989. *Petrology and geochemistry of the Emas pluton, northeastern Brazil*. Dissertação de Mestrado, University of Georgia, 157 p.
- Gomes H.A. 1998. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. *Serra Talhada, Folha SB.24-Z-C*. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM. CD-ROM.
- Gomes H.A., Polônia J.A., Dantas J.R.A. 2001. *Mapa Geológico do Estado de Pernambuco*. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM. CD-ROM..
- Gomes, J.R.C., Vasconcelos, A.M., Torres P.F.M. 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. *Jaguaribe SW, Folha SB.24-Y*. Escala 1:500.000 Brasília: CPRM. CD-ROM.
- GSC, CPRM & PGW. 1997. *Brazil airborne radiometric mapping project (BARMP), Technical Report and Survey Atlas*, Ottawa. 30 p.
- Guimarães I.P. & Silva Filho A.F. 1998. Caracterização isotópica do complexo granítico Pajeú, Terreno Alto Pajeú - Pernambuco. *In: SBG, Cong. Bras. Geol., 40, Resumos*. p. 501.
- Guimarães I.P., Silva Filho A.F. 1993. The high pressure upper proterozoic Itapetim plutonic complex NE Brazil; petrological and geochemical data bearing its genesis. *In: Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, 2, 3*:83-87.
- Guimarães I.P. & Silva Filho A.F. 2000. Caracterização geoquímica e isotópica do complexo granítico de Itapetim-PE. *In: SBG, Simp. Geol. Nord., 18, Resumos*, p. 96.

- Guimarães I.P., Silva Filho A.F., Almeida J.M.M., *et al.* 1998. The brasiliano granitoids from the Pajeú Paraíba belt and Teixeira high: Sm-Nd isotope geochemistry and U/Pb in zircon ages. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 40, *Resumos*, p. 48.
- Howell D.G. 1985. Terranes. *In: Moores, E. (ed.). 1990. Shaping the Earth - Tectonics of Continents and Oceans.* 7, Chapman & Hall, pp.: 112-124.
- Howell D.G. 1989. *Tectonics of suspect terranes mountain building and continental growth.* Chapman & Hall. 232 pp.
- Howell D.G. 1995. *Principles of terrane analysis. New application for global tectonics.* Chapman & Hall, 245 pp.
- Irvine T.N. & Baragar W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. J. Earth. Sci.*, 5:523-548.
- Irwin W.P. 1972. Terranes of the western Paleozoic and Triassic belt in the southern Klamath Mountains, California. *USGS Prof. Pap.*, 800-C, p. 103-111.
- Jardim de Sá E.F. 1984. Geologia da região do Seridó: reavaliação dos dados. *In: SBG, Simp. Geol. Nord.*, 11, *Atas*, p. 278-316.
- Jardim de Sá E.F. 1988. An update of the precambrian geology of Northeast Brazil. *In: Intern. Meet. Proterozoic Geol. Tectonics High-Grade Terrains, Igefe, Nigéria, Program and Lecture Series.*
- Jardim de Sá E.F. 1994. *A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan-Africana.* Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 803 p.
- Jardim de Sá E.F., Macedo M.H.F., Torres H.H.L., Kawashita K. 1988. Geochronology of metaplutonics na the evolution of supracrustal belts in the Borborema Procince, NE Brazil. *In: Cong. Lat-amer. Geol.*, 7, *Anais*, p. 49-62.
- Jardim de Sá E.F., Sá J.M., Macedo M.H.F. 1990. Monocyclic and polycyclic supracrustal belts in NE Brazil: correlation with the Pan-African belt in West África. *In: Rocil G. & Deschamps M. (eds) Études recentes sur la geologie de l'Afrique.* Col. Geol. Africaine, 15, *Publ. Ocas.*, 22:296-299.
- Jardim de Sá E.F., Macedo M.H.F., Fulck R.A., *et al.* 1992. Terrenos proterozóicos na Província Borborema, e a margem norte do Cráton São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*, 22:472-480.
- Jardim de Sá E.F., Medeiros W.E., Castro D.L. 1997. Contribuição da gravimetria aos modelos de estruturação crustal da Província Borborema, Nordeste do Brasil. *In: SBG, Simp. Geol. Nord.*, 17, *Res. Expan.*, p. 352-357.
- Jones L.D., Coz A., Coney P., Beck M. 1982. The Growth of Western North America. *In: Moores, E. (ed.). 1990. Shaping the Earth - Tectonics of Continents and Oceans.* 11, Chapman & Hall, pp.: 156-176.
- Kozuch M. 2003. *Isotope and trace element geochemistry of early Neoproterozoic gneissic and metavolcanic rocks in the Cariris Velhos orogen of the Borborema Province, Brazil, and their bearing on tectonic setting.* Lawrence, Kansas. Tese de Doutorado, Department of Geology, University of Kansas. 199 p.
- Kozuch M., Bittar S.M., Van Schmus W.R., *et al.* 1997. Late proterozoic and middle neoproterozoic magmatism in the Zona Transversal of Borborema Province, Brazil. *In: SBG, Simp. Geol. Nord.*, 17, *Res. Expan.*, p. 47-50.

- Krogh T.E. 1973. A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotope age determinations. *Geochem. Cosmochim. Acta.* **37**:485-494.
- LASA S.A. 1975. Projeto Parnamirim (levantamento aerocintilométrico com discriminação de Energia). CNEM/CPRM, Relatório do Levantamento, *Textos e anexos*, Rio de Janeiro.
- Le Maitre R.W. (ed.). 1989. *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms*. Blackwell, Oxford, 193 pp.
- Lima E.A.M., Wanderley A.A., Vieira A.T., *et al.* 1980. *Projeto Scheelita do Seridó*. Relatório Final, Recife, DNPM/CPRM, 35v.
- Lima M.I.C., Gava A., Fernandes P.E.C.A., *et al.* 1985. *Projeto ferro titanado de Floresta*. Minérios de Pernambuco/Radambrasil, vol. I-Geologia, 314 p.
- Lins F.A.P.L., Jardim de Sá E.F., Macedo J.W.P., Moreira J.A.M. 1993. Assinatura gravimétrica da estruturação crustal brasileira na porção oriental da Faixa Seridó. *In: SBG, Simp. Geol. Nord.*, 15, *Anais*, p. 273-279.
- Ludwig K.R. 1999. ISOPLOT/Ex Version 2.05. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. *Berkeley Geochronology Center Special Publication*. No. 1a, 51 p. (in CD ROM).
- Mafra J.W.A. 2000. *Mapeamento geológico da região de Cachoeira de Minas/PB, Domínio da Zona Transversal*. Relatório de Graduação, Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 56 p.
- Maniar P.D. & Piccoli P.M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geol Soc Amer. Bull.*, **101**:635-643.
- Mariano G. 1989. *Magma mixing origin of a potassic calc-alkaline pluton: the Itaporanga batholith, state of Paraíba, northeastern Brazil*. Tese de Doutorado, University of Georgia, 180 p.
- Mariano G., Neves S.P., Silva Filho A.F. 1999. Dioritos da associação potássica cálcio-alcálica, Província Borborema, NE Brasil: geoquímica do manto litosférico e implicações para o conceito de terrenos. *In: SBGg, Cong. Bras Geoq.*, 7, *Res. Expan.*, p. 543-546.
- Mariano G., Neves S.P., Silva Filho A.F., Guimarães I.P. 2001. Diorites of the high-K calc-alkalic association: geochemistry and Sm-Nd data and implications for the evolution of the Borborema Province, Northeast Brazil. *Inter. Geol. Rev.*, **43**:921-929.
- Mascarenhas J.F. & Sá J.H.S. 1982. Geological and metallogenic patterns in the Archean and early Proterozoic of Bahia state, eastern Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, **12**:193-214.
- McMurry J. 1991. *Petrology and geochemistry of a megacrystic quartz monzonite pluton: the Bodocó pluton, northeastern Brazil*. Tese de Doutorado, University of Texas, 256 p.
- Medeiros V.C. 1992. *Geologia de uma área a NW de Parnamirim-PE*. Relatório de Graduação, Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 89 p.
- Medeiros V.C. 1995. *Sensoriamento remoto e petrologia de granitóides brasileiros no Domínio da Zona Transversal, Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 149 p.
- Medeiros V.C. 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. *Aracaju NE, Folha SC.24-X*. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM. CD-ROM.
- Medeiros V.C. & Torres H.H.F. 1999. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Sumé, *Folha SB.24-Z-D-V*. Escala 1:100.000. Brasília: CPRM, 88 p.
- Medeiros V.C., Jardim de Sá E.F., Macedo M.H.F., Souza Z.S. 1993. Estruturas tangenciais e metagranitóides transamazônicos na Faixa Salgueiro-Cachoeirinha a oeste de Parnamirim-PE. *In: SBG, Simp. Geol. Nord.*, 15, *Anais*, p. 284-287.

- Medeiros V.C., Jardim de Sá E.F., Alves da Silva F.C., Mafra J.W.A. 2001. O Limite Entre os Terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú (Superterreno/Domínio da Zona Transversal, NE do Brasil). *In: SBG, Simp. Geol. Nord.*, 29, *Resumos*, p. 330-331.
- Melo O.M. 1998. *Petrologia e geoquímica das rochas gabro-anortosíticas e mineralizações de Fe e Ti associadas de Barro Vermelho - Custódia-PE, Nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 208 p.
- Moreira J.A.M., Medeiros W.E., Lins F.A.P.L., *et al.* 1989. Mapa gravimétrico do Nordeste Setentrional do Brasil e sua contribuição ao estudo da tectônica da área. *In: SBGf, Cong. Bras. Geof.*, p. 531-537.
- Mullen E.D. 1983. MnO/TiO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters*, **62**:53-62.
- Nascimento M.A.L. 2000. *Petrologia do magmatismo tardi-brasiliano no Maciço São José de Campestre (RN/PB), com ênfase no plúton alcalino Caxexa*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 164 p.
- Nascimento M.A.L. 1998a. *Geologia e petrografia do granitóide Caxexa e suas encaixantes*. Relatório de Graduação, Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 62 p.
- Nascimento R.S.C. 1998b. *Petrologia dos granitóides brasileiros associados à zona de cisalhamento Remígio-Pocinhos (PB)*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 135 p.
- Neves S.P. 1986. *Petrologia e geoquímica dos stocks graníticos de Serrita, Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 130 p.
- Neves S.P. 2002. Considerações sobre a evolução termomecânica das faixas Orós, Piancó-Alto Brígida e Seridó, Província Borborema, nordeste do Brasil. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 41, *Resumos*, p. 322.
- Neves S.P. & Mariano G. 1997. Segmentação lateral e transversal da porção leste do Lineamento Pernambuco e implicações tectônicas. *In: SBG, Simp. Geol. Nord.*, 17, *Res. Expan.*, p. 91-94.
- Neves S.P. & Mariano G. 1998. O lineamento Pernambuco e sua (in)significância para a evolução tectônica da Província Borborema. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 40, *Resumos*, p. 412.
- Neves S.P. & Mariano G. 1999. Assessing the tectonic significance of a large-scale transcurr shear zone system: the Pernambuco lineament, northeastern Brazil. *Journ. Strut. Geol.*, **21**:1369-1383.
- Neves S.P. & Mariano G. 2001. Província Borborema: orógeno acrescionário ou intracontinental. *Estudos Geológicos*. **11**:26-36.
- Neves S.P. & Vauchez A. 1995. Magma emplacement and shear zone nucleation and development in Northeast Brazil (Fazenda Nova and Pernambuco shear zones, State of Pernambuco). *Jour. South Am. Sci.*, **8**:289-298.
- Neves S.P., Vauchez A., Feraud G. 2000. Tectono-thermal evolution, magma emplacement, and shear zone development in the Carururu area (Borborema Province, NE Brazil). *Precamb. Res.*, **99**:1-32.

- Neves S.P., Mariano G., Correia P.B., Silva J.M.R. 2003. Petrofabric studies of plutons from the eastern portion of the Borborema Province (NE Brazil): constraints on regional strain fields. *In: SBG, Simp. Nac. Est. Tect., 9, Bol. Res., p. 220-222.*
- Oliveira R.G. & Metelo M. 1999. Programa Levantamentos Geológicos Básico do Brasil. *Aracaju NE, Folha SC.24-X. Escala 1:500.000. Relatório temático de geofísica, Recife: CPRM, 25 p.*
- Oliveira R.G., Santos E.J., Silva Jr. J.M.F., Lins C.A.C. 2001. Magnetic, gravity and gamma-ray spectrometry responses of tectonostratigraphic terranes in the Jaguaribe SE sheet (SB.24-Z), *In: SBGf, Cong. Inter. SBGf., 7, Anais, p. 496-500.*
- Pearce J.A. & Norry M.J. 1979. Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y, and Nb Variations in Volcanic Rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology, 69:33-47.*
- Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology, 25:956-983.*
- Parrish R.R. 1987. An improved micro-capsule for zircon dissolution in U-Pb geochronology. *Chemical Geology., 66:99-102.*
- Prewitt J. 1970. Object enhancement and extraction. *In: Lipkin, B. & Rosenfeld, A. (Eds.) Picture processing and psychopictorics. Academic Press, New York.*
- Rand H., Sial A.N., Brito Neves B.B., Manso V.V. 1980. Estudo gravimétrico e magnetométrico do sistema de dobramentos Sergipano. *In: SBG, Cong. Bras. Geol., 31, Anais, p. 2700-2708.*
- Rename J. 2000. Explanatory note to the International Stratigraphic Chart. IUGS, UNESCO, Div. *Earth Sciences*, 16 p.+carta.
- Sales A.O. 1997. *Caracterização petrográfica, metamórfica e geoquímica das rochas proterozóicas da Faixa Pajeú-Paraíba (região de Afogados da Ingazeira/PE)*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 172 p.
- Santos E.J. 1971. *Síntese da geologia do pré-cambriano da Folha Arcoverde-Nordeste do Brasil*. Recife, *SUDENE*, 33 p.
- Santos E.J. 1995. *O complexo granítico Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borborema*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 219 p.
- Santos E.J. 1996. Ensaio preliminar sobre terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema. *In: SBG, Cong. Bras. Geol., 39, Anais, p. 47-50.*
- Santos E.J. 1999. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: carta geológica. *Belém do São Francisco, Folha SC.24-X-A. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM. CD-ROM.*
- Santos E.J. 2000. Contexto Tectônico Regional. *In: Medeiros, V.C. (ed.) Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Aracaju NE, Folha SC.24-X. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM. 2, CD-ROM.*
- Santos E.J. 2001. Diamictitos neoproterozóicos da Província Borborema: evidências para a *snowball earth*?. *In: SBG, Simp. Geol. Nord., Resumos, p. 303-303.*
- Santos E.J. & Brito Neves, B.B. 1984. Província Borborema. *In: Almeida, F.F.M.; Hasui, Y. (Eds.) O Pré-Cambriano do Brasil*. Edgard Blucher, pp.: 123-186.
- Santos E.J. & Brito Neves, B.B. 1993. Petrogenesis and tectonic setting of the Lagoa das Pedras magmatism, Floresta, State of Pernambuco, Borborema Province, Northeastern Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc., 65:131-140.*

- Santos E.J. & Medeiros V.C. 1998. New insights on Grenville-age and brasiliano granitic plutonism of the Zona Transversal, Borborema province, NE Brazil. *In: Cong. Latinoamer. Geologia*, 10, *Anais*, v. 2, p. 427-432.
- Santos E.J. & Medeiros V.C. 1999. Constraints from granitic plutonism on proterozoic crustal growth of the Transverse Zone, Borborema Province, NE Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, **29**:73-84.
- 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 Cráton de São Luís e as bacias marginais. *In: Schobbenhaus, C., et al. (Eds.) Geologia do Brasil*. DNPM, 5, Brasília, pp.: 131-189.
- Santos E.J., Van Schmus W.R., Brito Neves B.B. 1994. Investigação geocronológica U/Pb e Sm/Nd em zona de colisão múltipla de arcos na região de Floresta (PE), Faixa Pajeú-Paraíba, Província Borborema. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 39, *Res Expan.*, p. 247-249.
- Santos E.J., Oliveira R.G., Paiva I.P. 1997. Terrenos do Domínio Transversal da Província Borborema: controles sobre acreção e retrabalhamento crustais ao sul do Lineamento Patos. *In: SBG, Simp. Geol. Nord.*, 17, *Res. Expan.*, p. 11-14.
- Santos E.J., Van Schmus W.R., Brito Neves, B.B., *et al.* 1999. Terranes and their boundaries in the proterozoic Borborema Province, northeast Brazil. *In: SBG, Simp. Nac; Est. Tect. (SNET)*, 7, *Res. Expan.*, p. 121-124.
- Santos E.J., Ferreira C.A., Silva JR. J.M. 2002. Mapa Geológico do Estado da Paraíba. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM. CD-ROM.
- Santos E.J., Brito Neves B.B, Van Schmus W.R. 2003. Granitos e caracterização de terrenos na Subprovíncia Transversal, Província Borborema. *In: SBG, Simp. Nac. Est. Tect.*, 9, *Bol. Res.*, p. 12-14.
- Santos R.A. & Souza J.D. 1988. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. *Piranhas, Folha SC.24-X-C-VI*. Escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM, 154 p.
- Scheid C., Ferreira C.A. 1993. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil *Juazeirinho, Folha SB.24-Z-D-II*. Escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM. 143 p.
- Schobbenhaus C., Campos D.A., Derze G.R., Asmus H.E. 1984. *Geologia do Brasil*. DNPM, Brasília, 501 pp.
- Sial A.N. 1986. Granite-types in Northeastern Brazil: Current knowledge. *Rev. Bras. Geoc.*, **16**:52-72.
- Sial A.N., Lima E.S., Pessôa D.A., *et al.* 1981. Geoquímica de dois *stocks* granodioríticos de Serrita (PE): elementos maiores. Universidade Federal de Pernambuco-Dpto. Geologia, *Estudos Pesquisas*, **4**:27-52.
- Silva Filho A.F. 1982. *Petrologia e geoquímica do Batólito de Salgueiro-PE*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 222 p.
- Silva Filho A.F. 1989. Shoshonitic and ultrapotassic intrusive suites in the Piancó-Alto Brígida belt, Pernambuco state, Brazil. Tese de Doutorado, University of London, 422 p.
- Silva Filho M.A. 1984. A faixa de dobramento Piancó: Síntese do conhecimento e novas considerações. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 33, *Anais*, **5**:3337-3347.
- Silva Filho M.A., Nesi J.R., Mendes V.A. 1985. *Projeto Cachoeirinha*. Relatório final integrado, Recife, DNPM/CPRM, v.4.
- Silva J.M.R., Lima E.S., Sales A.O., *et al.* 1996. Datação pelo método de evaporação de Pb de granitos cinza foliados da infraestrutura da Faixa Pajeú-Paraíba, Afogados da Ingazeira (PE). *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 39, *Anais*, **6**:519-521.
- Silva J.M.R., Neves S.P., Mariano G. 2003. Cinemática e geometria dos metassedimentos da parte SE da Faixa Pajeú-Paraíba (folha Surubim – estado de Pernambuco): nappes e retrocavalgamentos brasileiros ?. *In: SBG, Simp. Nac. Est. Tect.*, 9, *Bol. Res.* p. 9-11.

- Sobreira M.N.M. 1995. *O batólito potássico cálcio-alcálico de Serra da Lagoinha, no estado da Paraíba, nordeste do Brasil: petrologia e geoquímica*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 130 p.
- Spector A. & Granti F.S. 1970. Statistical models for interpreting aeromagnetic data. *Geophysics*, **35**:293-302.
- Stacey J.S. & Kramers J.D. 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolutions by a two-stage model. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **26**:207-221.
- Steiger R.H. & Jager E. 1977. Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo and cosmochronology, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **36**:359-362.
- Strieder A.J. & Amaro V.E. 1977. Estruturas de lineamentos extraídos de imagens de sensores remotos. *EGETEA: R. Esc. Eng. Porto Alegre*, **25**:109-117.
- Thiéblemont D. & Cabanis B. 1990. Utilisation d'un diagramme (Rb/100)-Tb-Ta pour la discrimination géochimique et l'étude pétrogénétique des roches magmatiques acides. *Bull. Soc. Géol. France*, **6**: 23-35.
- Thiéblemont D. & Téguy M. 1994. Une discrimination géochimique des roches différenciées témoin de la diversité d'origine et de situation tectonique des magmas calco-alcálicos. *C. R. Acad. Sci. Paris II*, **319**:87-94.
- Torres H.F.H. 2001. *Petrologia e geoquímica do batólito calcoalcálico de alto-K de Brejinho, Domínio da Zona transversal, Província Borborema, NE do Brasil*. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 185 p.
- Trindade R.I.F. 1995. *Geologia de uma área a norte de pocinhos (PB): Caracterização de um segmento da zona de cisalhamento Remígio-Pocinhos*. Relatório de Graduação, Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 90 p.
- Van Schmus W.R., Brito Neves B.B., Hackspacher P., Babinski M. 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the Eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions. *Journal of South American Earth Sciences*, **8**:267-288.
- Van Schmus W.R., Brito Neves B.B., Williams L.S. *et al.* 2003. The Seridó Group of NE Brazil, a late Neoproterozoic pré- to syn-collisional basin in West Gondwana: insights from SHIRIMP U-Pb detrital zircons ages and Sm-Nd crustal residence (TDM) ages. *Precam. Res.* **127**:287-386.
- Vauchez A., Amaro V.E., Archanjo C.J. *et al.* 1992. The Borborema shear zone system: a tectonic model. *In: SBG, Congr. Bras. Geol., Res. Exp.*, **37**, p. 371-372.
- Vine F.J. & Kearey P. 1996. *Global tectonics*. Blackwell Science, Oxford, 333 pp.

- APÊNDICES E ANEXOS -

- Apêndice 1: Tabelas de análises geoquímicas.
 - Apêndice 1a: Tabela das análises químicas (% em peso) dos elementos maiores (rocha total), obtidos nos diversos litotipos estudados.
 - Apêndice 1b: Tabela das análises químicas (ppm) de elementos traços (rocha total), obtidos nos diversos litotipos estudados.

- Apêndice 2: Listagem e coordenadas dos afloramentos visitados.

- Anexo 1: Mapa geológico.

Apêndice 1a: Tabela das análises químicas (% em peso) dos elementos maiores (em rocha total), obtidos nos diversos litotipos estudados.

Complexo Serra Talhada (metamáficas)											
Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.F.
PC-110m	48,40	0,85	12,30	13,00	0,22	9,40	13,20	2,00	0,42	0,08	0,69
PC-109u	50,50	0,58	7,30	13,10	0,24	16,40	9,40	1,60	0,17	0,10	0,94
PC-111m	49,60	0,98	11,30	14,30	0,23	9,40	11,40	2,30	0,57	0,07	0,58
PC-127u	46,60	0,76	12,70	11,40	0,19	11,90	13,60	1,50	0,60	0,09	0,84
Complexo Riacho Gravatá (metavulcânicas ácidas)											
Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.F.
PC-23f	74,00	0,11	13,50	1,70	< 0,01	0,15	1,30	2,80	5,80	0,04	1,01
PC-23m	73,30	0,43	13,00	4,10	0,07	0,50	1,50	1,90	3,70	0,16	1,41
PC-65ms	73,10	0,36	12,00	5,00	0,08	0,44	1,40	3,50	3,60	0,05	0,90
W-17fb	75,20	0,21	12,30	2,70	0,04	0,18	0,97	3,40	3,90	0,04	0,95
W-17ft	73,80	0,24	13,20	2,50	0,03	0,30	0,99	0,88	6,00	0,06	1,97
W-19f	74,20	0,20	13,20	2,20	0,01	0,33	1,00	0,91	5,90	0,05	2,03
W-19ftu	74,40	0,18	13,20	2,30	0,01	0,29	0,86	2,30	4,70	0,04	1,68
W-76fc	72,60	0,32	11,60	5,10	0,09	0,37	1,60	4,60	2,70	0,04	1,25
W-76fb	73,50	0,32	11,50	5,60	0,12	0,51	1,20	3,00	4,00	0,05	0,60
Complexo Riacho Gravatá (metavulcânicas intermediárias-ácidas)											
Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.F.
PC-65mn	57,70	1,70	13,00	14,30	0,85	4,40	1,90	1,50	1,60	0,39	2,77
PC-65bs	63,10	1,20	13,20	8,80	0,14	2,20	2,90	4,10	2,50	0,21	1,68
PC-240	65,50	0,72	14,90	5,70	0,08	1,20	2,40	2,90	3,90	0,16	2,91
W-17mt	67,80	0,64	14,10	6,60	0,10	1,10	2,30	3,10	3,00	0,17	1,80
W-17mb	65,90	0,67	13,90	7,30	0,12	1,00	3,00	2,80	3,50	0,20	1,42
W-19m	63,90	0,77	13,50	8,10	0,11	0,82	3,10	3,00	3,50	0,28	2,98
W-38f	65,40	0,73	14,90	6,10	0,09	2,60	2,20	2,80	2,80	0,20	2,53
W-125f	68,40	0,56	14,00	4,80	0,07	2,10	1,90	3,00	2,90	0,14	2,28
W-125m	53,40	2,60	14,00	13,30	0,24	3,80	7,50	2,60	1,10	0,35	1,67
Complexo Riacho Gravatá (metavulcânicas intermediárias de Sarafina)											
Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.F.
PC-487	62,00	0,81	15,00	6,50	0,12	2,50	6,30	2,60	2,80	0,19	0,34
PC-542	55,90	0,85	15,70	8,40	0,14	3,20	6,80	2,10	5,00	0,18	0,38
PC-543	62,30	0,87	14,70	6,60	0,11	2,30	6,10	2,70	2,70	0,17	0,61
PC-544	67,20	0,85	12,70	5,80	0,12	2,00	4,40	3,30	1,90	0,17	0,31
Metaplutônicas Cariris Velhos											
Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.F.
W-43	76,90	0,25	11,30	2,00	0,03	0,33	0,61	2,50	5,40	0,06	0,52
W-101f	70,20	0,35	12,70	5,30	0,07	0,21	1,10	2,50	5,70	0,06	< 0,01
PC-578	73,20	0,20	12,80	3,10	0,06	0,24	1,00	2,30	5,60	0,06	< 0,01
PC-458	71,70	0,29	12,70	3,90	0,06	0,30	1,10	2,00	5,70	0,06	< 0,01
PC-248	72,40	0,26	12,80	3,10	0,05	0,36	0,99	2,70	4,80	0,06	0,30
Grupo Cachoeirinha (metavulcânicas ácidas)											
Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.F.
PC-149	67,10	0,59	15,00	3,30	0,05	0,89	2,50	4,80	2,70	0,22	3,00
PC-197	69,10	0,49	15,10	2,50	0,02	0,77	2,20	4,20	2,80	0,20	2,64
PC-568a	67,60	0,55	15,10	4,00	0,07	1,00	1,70	2,90	5,00	0,24	0,60
PC-379a	73,00	0,11	14,70	1,50	0,04	0,20	0,21	3,90	5,30	0,05	0,37
Granitóides Brasileiros											
Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.F.
PC-142	67,20	0,65	14,50	4,60	0,05	1,20	2,90	2,90	3,10	0,17	0,90
PC-259	64,50	0,81	14,70	5,90	0,07	1,90	3,60	2,60	3,50	0,24	0,36
W-84	74,40	0,28	12,40	2,50	0,04	0,39	0,83	2,70	6,00	0,07	0,30
W-33	69,20	0,49	14,20	4,70	0,07	0,61	2,10	2,80	5,00	0,14	0,55

Apêndice 1b: Tabela das análises químicas (ppm) de elementos traços (em rocha total), obtidos nos diversos litotipos estudados.

Complexo Serra Talhada (metamáficas)									
Amostra	Cr	Ni	V	Rb	Ba	Sr	Nb	Zr	Y
PC-110m	137	157	28	< 5	126	184	< 5	40	14
PC-109u	1163	783	< 28	< 5	277	69	< 5	48	17
PC-111m	103	78	28	< 5	191	130	< 5	41	17
PC-127u	171	157	28	< 5	606	494	7	47	15
Complexo Riacho Gravatá (metavulcânicas ácidas)									
Amostra	Cr	Ni	V	Rb	Ba	Sr	Nb	Zr	Y
PC-23f	< 34	< 78	< 28	447	86	53	28	187	16
PC-23m	< 34	< 78	< 28	212	784	95	22	335	68
PC-65ms	34	< 78	< 28	94	630	134	27	576	106
W-17fb	< 34	< 78	< 28	164	747	98	26	382	83
W-17ft	< 34	< 78	< 28	265	881	108	16	312	14
W-19f	< 34	< 78	< 28	289	510	94	16	274	16
W-19ftu	34	< 78	< 28	264	291	94	22	237	11
W-76fc	< 34	< 78	< 28	79	645	142	19	402	85
W-76fb	68	< 78	< 28	115	753	126	21	407	86
Complexo Riacho Gravatá (metavulcânicas intermediárias-ácidas)									
Amostra	Cr	Ni	V	Rb	Ba	Sr	Nb	Zr	Y
PC-65mn	68	< 78	28	63	716	122	18	166	30
PC-65bs	< 34	< 78	28	79	495	114	14	257	57
PC-240	< 34	< 78	< 28	189	718	111	19	261	53
W-17mt	68	< 78	< 28	144	646	148	23	382	53
W-17mb	< 34	< 78	< 28	170	651	170	24	451	58
W-19m	< 34	< 78	< 28	170	658	149	21	473	64
W-38f	< 34	< 78	< 28	77	903	416	18	202	28
W-125f	< 34	< 78	< 28	105	849	256	18	227	40
W-125m	< 34	< 78	56	25	305	299	18	184	36
Complexo Riacho Gravatá (metavulcânicas intermediárias de Sarafina)									
Amostra	Cr	Ni	V	Rb	Ba	Sr	Nb	Zr	Y
PC-487	33	16	47		77	45		9,2	19,0
PC-542	41	26	56		198	72		7,8	18,0
PC-543	41	14	52		34	39		6,4	18,0
PC-544	39	9	49		44	42		7,2	19,0
Metaplutônicas Cariris Velhos									
Amostra	Cr	Ni	V	Rb	Ba	Sr	Nb	Zr	Y
W-43	< 34	< 78	< 28	536	156	38	20	202	119
W-101f	4	3	9		50	7		22,0	76,0
PC-578	9	2	7		42	5		13,0	46,0
PC-458	15	3	12		46	8		11,0	64,0
PC-248	7	2	8		31	8		8,3	39,0
Grupo Cachoeirinha (metavulcânicas ácidas)									
Amostra	Cr	Ni	V	Rb	Ba	Sr	Nb	Zr	Y
PC-149	34	< 78	< 28	106	766	313	15	287	14
PC-197	< 34	< 78	< 28	108	1092	672	11	287	11
PC-568a	14	8	35		120	17		7,2	18,0
PC-379a	14	2	9		1076	49		5,7	5,6
Granitóides Brasileiros									
Amostra	Cr	Ni	V	Rb	Ba	Sr	Nb	Zr	Y
PC-142	16	8	18		129	61		13,0	4,7
PC-259	43	20	48		102	43		20,0	7,8
W-84	103	< 78	< 28	382	234	47	16	196	73
W-33	68	< 78	< 28	224	766	137	19	332	55

Apêndice 2: Listagem e coordenadas dos afloramentos visitados.

Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-001	690750	9172660	-
PC-002	673660	9178125	-
PC-003	674748	9178681	-
PC-004	674985	9175219	-
PC-005	676900	9173996	-
PC-006	677150	9172330	-
PC-007	649500	9143840	-
PC-008	650890	9143000	-
PC-009	654116	9141398	-
PC-010	653671	9141280	-
PC-011	644670	9144600	-
PC-012	628200	9136505	-
PC-013	593320	9122620	-
PC-014	591147	9149998	-
PC-015	590000	9150600	-
PC-016	589195	9151700	-
PC-017	588240	9153340	-
PC-018	587690	9153690	F
PC-019	588581	9155515	-
PC-020	586910	9155930	-
PC-021	586110	9156390	-
PC-022	585320	9157215	-
PC-023	605650	9159728	L, Q
PC-024	602630	9160728	-
PC-025	602850	9160213	-
PC-026	602626	9160460	-
PC-027	601030	9156720	-
PC-028	597437	9155482	-
PC-029	585416	9156913	-
PC-030	585195	9157620	F
PC-031	585050	9157810	-
PC-032	584984	9158009	-
PC-033	584900	9158193	-
PC-034	584700	9158670	-
PC-035	584260	9159290	-
PC-036	583816	9159973	-
PC-037	581300	9161000	-
PC-038	578380	9163430	-
PC-039	577300	9164720	F
PC-040	573360	9166173	-
PC-041	573120	9166463	-
PC-042	692590	9191945	-
PC-043	694640	9192719	-
PC-044	694683	9193040	-
PC-045	695940	9193240	-
PC-046	612408	9167832	-
PC-047	612100	9168500	-
PC-048	610780	9142700	-
PC-049	609874	9143120	-
PC-050	609020	9142320	-
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-051	608010	9138590	-
PC-052	610012	9134850	-
PC-053	610530	9133780	-
PC-054	611249	9132580	-
PC-055	607920	9138040	-
PC-056	608670	9144950	-
PC-057	606750	9147900	-
PC-058	605920	9148920	-
PC-059	605950	9151332	-
PC-060	623390	9156490	-
PC-061	619290	9162600	-
PC-062	619380	9162720	-
PC-063	619250	9163170	-
PC-064	619600	9163570	-
PC-065	619869	9163971	L, Q
PC-066	620180	9165170	-
PC-067	620490	9165980	-
PC-068	618890	9166750	-
PC-069	617670	9166500	-
PC-070	620695	9151400	-
PC-071	619575	9149450	-
PC-072	618674	9148230	-
PC-073	618450	9147915	-
PC-074	617780	9146990	-
PC-075	616705	9147290	-
PC-076	616440	9147670	-
PC-077	616300	9148182	-
PC-078	616810	9144260	-
PC-079	614270	9144500	-
PC-080	613160	9144800	-
PC-081	616890	9166695	-
PC-082	616060	9167164	-
PC-083	615860	9167990	-
PC-084	614226	9168737	-
PC-085	613720	9169248	-
PC-086	611660	9172450	-
PC-087	580900	9154980	-
PC-088	580700	9156163	-
PC-089	583375	9161415	-
PC-090	580332	9161646	-
PC-091	573140	9166450	-
PC-092	572133	9169122	-
PC-093	571380	9170390	-
PC-094	571290	9178020	-
PC-095	623835	9205583	-
PC-096	628871	9204803	-
PC-097	630700	9204540	-
PC-098	631600	9204329	-
PC-099	633152	9203480	-
PC-100	650615	9209525	-
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-101	653916	9211080	-

PC-102	653671	9211759	-
PC-103	571446	9122620	-
PC-104	573343	9124235	-
PC-105	573420	9124997	-
PC-106	573087	9125913	-
PC-107	573168	9127633	-
PC-108	572252	9128844	-
PC-109	572106	9129151	F, L, Q
PC-110	571251	9129920	L, Q
PC-111	571096	9130250	L, Q
PC-112	571157	9131361	-
PC-113	571161	9131774	-
PC-114	570634	9133169	-
PC-115	571152	9134201	-
PC-116	571211	9135064	-
PC-117	571478	9136645	-
PC-118	571523	9136956	-
PC-119	571404	9138179	-
PC-120	572423	9139415	-
PC-121	572093	9141922	-
PC-122	572419	9143394	-
PC-123	568481	9123650	-
PC-124	566887	9125872	-
PC-125	565959	9127784	F
PC-126	565681	9129676	-
PC-127	565807	9132256	L, Q
PC-128	565394	9134170	-
PC-129	565067	9135000	-
PC-130	564115	9136257	-
PC-131	573381	9145462	-
PC-132	578990	9152830	-
PC-133	592128	9147756	-
PC-134	584606	9162086	-
PC-135	585114	9162830	-
PC-136	586247	9163281	-
PC-137	587261	9163573	-
PC-138	590290	9166932	-
PC-139	594989	9168972	-
PC-140	593331	9167711	-
PC-141	592388	9166114	-
PC-142	591336	9164441	F, L, Q, C
PC-143	591423	9163961	F
PC-144	591684	9163168	L
PC-145	589421	9158568	F
PC-146	590178	9158890	-
PC-147	590663	9159432	-
PC-148	590084	9160435	-
PC-149	590756	9160829	F, L
PC-150	591739	9161451	-
PC-151	592103	9162189	-
PC-152	590988	9164845	-
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-153	590373	9166949	-

PC-154	586120	9168106	-
PC-155	586186	9169014	-
PC-156	586359	9169313	-
PC-157	586085	9169989	-
PC-158	585612	9170801	-
PC-159	585283	9171183	-
PC-160	585011	9172149	-
PC-161	583650	9173509	F
PC-162	583180	9175370	-
PC-163	582930	9176103	-
PC-164	572115	9173832	-
PC-165	574272	9173746	-
PC-166	575569	9173893	-
PC-167	576020	9174656	-
PC-168	576825	9175637	-
PC-169	577607	9176318	-
PC-170	578889	9176881	-
PC-171	579496	9177781	F, L
PC-172	580859	9178912	-
PC-173	584663	9177918	-
PC-174	585507	9178331	F
PC-175	656353	9209755	-
PC-176	656948	9207651	-
PC-177	657712	9207770	-
PC-178	658127	9207261	-
PC-179	658694	9207184	-
PC-180	659671	9206402	-
PC-181	660423	9205220	-
PC-182	660374	9205348	-
PC-183	660272	9205453	-
PC-184	656774	9208947	-
PC-185	662456	9204253	-
PC-186	662443	9204413	-
PC-187	662483	9204497	-
PC-188	662445	9204675	-
PC-189	662404	9204797	-
PC-190	662243	9204943	-
PC-191	662654	9205275	-
PC-192	662701	9205745	-
PC-193	662742	9205972	-
PC-194	662962	9207468	-
PC-195	663029	9207822	-
PC-196	660916	9209400	-
PC-197	655651	9209544	L, Q
PC-198	593002	9148190	-
PC-199	589386	9151007	-
PC-200	589192	9151726	-
PC-201	588870	9151966	-
PC-202	588742	9152268	-
PC-203	588473	9152390	-
PC-204	588302	9152689	-
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-205	587713	9153773	-

PC-206	587681	9153880	-
PC-207	587665	9153958	-
PC-208	587704	9154221	-
PC-209	587966	9154662	-
PC-210	588420	9155970	-
PC-211	588296	9156213	-
PC-212	587790	9155958	-
PC-213	585668	9156571	-
PC-214	585442	9156685	-
PC-215	579750	9151013	-
PC-216	580065	9150970	-
PC-217	580220	9150830	-
PC-218	580461	9150518	-
PC-219	580464	9150390	-
PC-220	580471	9150260	-
PC-221	578225	9151386	-
PC-222	578090	9151278	-
PC-223	575490	9148554	-
PC-224	574650	9147080	F
PC-225	574023	9145929	-
PC-226	585652	9142692	-
PC-227	585380	9143060	-
PC-228	584140	9144722	-
PC-229	589350	9166429	-
PC-230	589815	9166620	-
PC-231	590160	9166820	-
PC-232	591153	9166148	-
PC-233	591013	9165060	-
PC-234	591140	9164650	-
PC-235	584395	9159114	-
PC-236	584030	9159610	-
PC-237	583651	9160213	-
PC-238	583838	9160620	-
PC-239	583550	9161270	-
PC-240	572603	9146506	L, Q
PC-241	571875	9143157	-
PC-242	573871	9144267	-
PC-245	607660	9156560	-
PC-246	608090	9156620	-
PC-247	610150	9159194	-
PC-248	610920	9159630	F, L, Q, C
PC-249	613130	9160612	-
PC-250	614960	9160610	-
PC-251	614960	9160495	-
PC-252	608950	9135810	-
PC-253	593920	9122790	-
PC-254	573390	9117230	-
PC-255	569700	9121800	L
PC-256	568420	9123620	L
PC-257	565700	9129920	-
PC-258	563070	9137020	-
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-259	563400	9140400	F, L, Q, C

PC-260	562670	9141300	-
PC-261	562480	9141700	-
PC-262	561960	9142761	-
PC-263	563377	9141867	-
PC-264	569526	9145890	-
PC-265	569999	9148890	-
PC-266	571732	9138893	-
PC-267	571160	9134150	L
PC-268	576850	9149680	L
PC-269	579150	9153190	L
PC-270	581150	9155680	-
PC-271	580600	9156000	-
PC-272	580885	9156200	F
PC-273	581170	9156520	-
PC-274	581220	9156700	L
PC-275	581320	9156790	L
PC-276	581130	9156941	F
PC-277	581525	9156770	F
PC-278	581640	9156680	F
PC-279	581730	9156330	-
PC-280	581720	9156210	-
PC-281	590300	9152140	-
PC-282	591700	9153630	-
PC-283	582250	9155970	-
PC-284	580008	9157417	-
PC-285	579880	9158078	-
PC-286	580100	9158210	-
PC-287	579862	9156356	-
PC-288	577490	9155100	-
PC-289	576980	9154920	-
PC-290	576210	9154740	-
PC-291	575050	9155200	-
PC-292	574250	9155320	L
PC-293	573100	9156050	-
PC-294	573780	9164700	-
PC-295	574905	9162620	-
PC-296	576940	9161450	-
PC-298	575569	9173893	-
PC-299	591900	9162550	-
PC-300	592500	9159080	-
PC-301	592620	9158828	-
PC-302	592570	9158697	-
PC-303	592200	9158380	-
PC-304	592700	9157130	-
PC-305	593210	9156583	L
PC-306	593700	9154770	L
PC-307	594489	9149820	-
PC-308	594467	9150590	-
PC-309	604320	9198030	F
PC-310	602030	9195336	-
PC-311	619690	9205265	F, L
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-312	623340	9205580	L

PC-313	631580	9204330	F, L, C
PC-314	638780	9196320	-
PC-315	641095	9195000	-
PC-316	641478	9194060	-
PC-317	641635	9193840	-
PC-318	642137	9193732	-
PC-319	644767	9191498	-
PC-320	644770	9191300	-
PC-321	644850	9190706	-
PC-322	638254	9199160	-
PC-323	578312	9123136	-
PC-324	580000	9125678	-
PC-325	577154	9129963	-
PC-326	576872	9130587	-
PC-327	576891	9131958	-
PC-328	576380	9134020	-
PC-329	576873	9134973	-
PC-330	578155	9139561	-
PC-331	576807	9141360	-
PC-332	577153	9142217	-
PC-333	577435	9142799	-
PC-334	611455	9176315	-
PC-335	616519	9175220	-
PC-336	615835	9176831	-
PC-337	615953	9176234	-
PC-338	618911	9175780	-
PC-339	619640	9175992	-
PC-340	620870	9175900	-
PC-341	615433	9144851	-
PC-342	614754	9143576	-
PC-343	614919	9144474	-
PC-344	620535	9147692	-
PC-345	622738	9147342	-
PC-346	629219	9164990	-
PC-347	629103	9166087	-
PC-348	628410	9166469	-
PC-349	627348	9166728	-
PC-350	625675	9166398	-
PC-351	622370	9165503	-
PC-352	622131	9167869	-
PC-353	631688	9165803	-
PC-354	652356	9170606	-
PC-355	653534	9171602	-
PC-356	654835	9172890	-
PC-357	655905	9174903	-
PC-358	658698	9176640	-
PC-359	662046	9179893	-
PC-360	669380	9199860	-
PC-361	663600	9199850	-
PC-362	663590	9199900	-
PC-363	663580	9200000	-
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-364	663050	9200279	-

PC-365	673340	9198010	-
PC-366	673960	9200080	-
PC-367	675670	9201483	-
PC-368	680420	9203574	-
PC-369	680570	9204547	-
PC-370	684100	9207942	-
PC-371	689550	9218241	-
PC-372	687740	9214290	-
PC-373	687420	9212010	-
PC-374	686960	9208374	-
PC-375	687340	9206410	-
PC-376	687600	9206074	-
PC-377	689980	9204740	-
PC-378	683160	9208320	-
PC-379	683200	9210000	L, Q
PC-380	682825	9211950	-
PC-381	682700	9212030	-
PC-382	682060	9213000	-
PC-383	681970	9213200	-
PC-384	681660	9213844	-
PC-385	681430	9214100	-
PC-386	686250	9218800	F
PC-387	689146	9220491	-
PC-388	695600	9220600	F
PC-389	705920	9216670	-
PC-390	707000	9216140	-
PC-391	711030	9216550	-
PC-392	711028	9216610	-
PC-394	662790	9203183	L
PC-395	663120	9202978	-
PC-396	663240	9202800	-
PC-397	663405	9202680	-
PC-398	663502	9202610	-
PC-399	663590	9202635	-
PC-400	663650	9202528	-
PC-401	663690	9202336	-
PC-402	681770	9205330	-
PC-403	686230	9209485	-
PC-404	685470	9210150	-
PC-405	687830	9209176	-
PC-406	688620	9208072	-
PC-407	690320	9208650	-
PC-409	690480	9209089	-
PC-410	690870	9210854	-
PC-411	691564	9211870	-
PC-412	689814	9213180	-
PC-413	689130	9213200	F
PC-414	690100	9208816	F, L
PC-415	693365	9207433	-
PC-416	696500	9209100	-
PC-417	700600	9210200	F, L, C
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-418	702700	9210761	-

PC-419	702726	9211120	-
PC-420	702970	9211350	-
PC-421	705550	9211140	-
PC-422	705650	9210900	-
PC-423	706480	9209785	-
PC-424	706260	9209330	-
PC-425	706270	9209170	-
PC-426	706355	9211900	-
PC-427	707588	9212400	-
PC-428	711030	9216930	-
PC-429	711300	9217110	-
PC-430	711100	9216600	-
PC-431	710994	9216197	-
PC-432	710280	9214789	-
PC-433	703420	9212480	-
PC-434	715030	9211745	-
PC-435	715350	9211757	-
PC-436	715231	9211424	-
PC-437	715750	9210271	F
PC-438	716135	9209243	F
PC-439	715700	9208600	-
PC-440	715610	9208061	-
PC-441	715480	9207170	-
PC-442	723450	9212178	-
PC-443	724430	9211871	F
PC-444	738255	9214138	F
PC-445	738020	9213200	F
PC-446	750362	9216700	-
PC-447	749759	9215382	-
PC-448	748782	9213255	-
PC-449	748443	9212747	-
PC-450	748353	9212220	-
PC-451	746478	9210821	-
PC-452	744500	9210000	-
PC-453a	744178	9208682	-
PC-453b	743587	9208320	-
PC-454	742477	9207649	-
PC-455	741687	9207131	-
PC-456	741326	9206810	-
PC-457	740259	9204789	-
PC-458	740398	9204017	L, Q
PC-459	742075	9199185	-
PC-460	742919	9198219	-
PC-461	741574	9203072	-
PC-462	741360	9202206	L
PC-463	742951	9201974	L
PC-464	743448	9202210	-
PC-465	746022	9201630	-
PC-466	744862	9201985	-
PC-467	740624	9206517	-
PC-468	740448	9207066	-
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-469	740182	9207885	-

PC-470	739741	9208076	-
PC-471	739977	9209124	-
PC-472	740084	9209556	-
PC-473	737236	9211237	-
PC-474	736991	9211449	-
PC-475	736801	9211578	-
PC-476	736491	9212210	-
PC-477	736593	9212762	-
PC-478	727528	9195675	-
PC-479	726687	9196073	-
PC-480	726350	9196479	-
PC-481	725699	9196955	-
PC-482	724949	9197840	-
PC-483	724964	9198871	-
PC-484	723786	9200634	-
PC-485	724300	9200933	-
PC-486	721905	9203920	L
PC-487	720118	9204821	L, Q
PC-488	720159	9205064	-
PC-489	721192	9205824	-
PC-490	721846	9206426	L
PC-491	723345	9207202	-
PC-492	723558	9208264	-
PC-493	723975	9208424	-
PC-494	723887	9208511	-
PC-495	723492	9208907	-
PC-496	723588	9209123	-
PC-497	724281	9209802	-
PC-498	724542	9210284	-
PC-499	739593	9203043	-
PC-500	737958	9204117	-
PC-501	736915	9203500	-
PC-502	736871	9203639	-
PC-503	732652	9203671	-
PC-504	734597	9203957	-
PC-505	733744	9204700	-
PC-506	734770	9207980	-
PC-507	733251	9209913	-
PC-508	733238	9210203	-
PC-509	732735	9210459	-
PC-510	732776	9210945	L
PC-511	732482	9210434	-
PC-512	732601	9210633	L
PC-513	732688	9210813	-
PC-514	732848	9211064	-
PC-515	732882	9211469	-
PC-516	732380	9211949	-
PC-517	692160	9203457	-
PC-518	691902	9193499	-
PC-519	690801	9190153	-
PC-520	690625	9189283	-
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS
PC-521	689732	9186762	-

PC-522	689788	9184625	-
PC-523	690423	9183342	F
PC-524	690837	9181842	-
PC-525	690862	9181452	L
PC-526	690742	9180953	-
PC-527	690573	9180510	L
PC-528	690588	9180338	-
PC-529	690660	9178878	-
PC-530	690502	9177758	-
PC-531	690368	9176558	-
PC-532	690386	9174624	-
PC-533	702582	9197024	-
PC-534	703668	9196885	-
PC-535	711656	9193724	L
PC-536	714100	9195408	-
PC-537	715724	9196469	-
PC-538	716305	9197568	-
PC-539	715618	9199940	L
PC-540	715696	9200706	-
PC-541	719410	9204128	-
PC-542	719488	9204320	L, Q
PC-543	719051	9204377	L, Q
PC-544	718761	9204376	L, Q
PC-545	709068	9192016	-
PC-546	708964	9191275	-
PC-547	751121	9215626	-
PC-548	751168	9211571	L, Q
PC-549	752072	9210590	-
PC-550	753833	9210469	-
PC-551	754503	9211371	-
PC-552	756140	9211748	-
PC-553	757709	9211324	-
PC-554	758086	9211830	-
PC-555	757335	9211051	-
Afloramento	UTM E (m)	UTM N (m)	OBS

PC-556	757859	9210720	-
PC-557	764811	9212993	-
PC-558	766288	9215043	-
PC-559	766741	9215803	-
PC-560	751779	9216068	-
PC-561	754960	9215310	-
PC-562	756580	9214316	-
PC-563	756946	9213919	-
PC-564	720715	9204840	-
PC-565	724780	9210842	-
PC-566	724620	9210700	-
PC-567	732100	9212158	-
PC-568	732313	9212140	-
PC-569	723970	9193170	-
PC-570	723880	9191920	-
PC-571	726300	9187430	-
PC-572	726500	9187000	-
PC-573	726555	9186280	-
PC-574	749390	9208670	-
PC-575	751790	9208441	-
PC-576	752450	9208160	-
PC-577	759245	9207400	-
PC-578	759930	9209110	L, Q
PC-579	804050	9221290	-
W-17	602770	9158070	L, Q
W-19	602990	9158110	L, Q
W-33	607797	9157026	L, Q
W-38	605217	9163194	L, Q
W-43	603213	9156716	L, Q
W-69	607911	9158043	F
W-76	603241	9157335	L, Q
W-84	608438	9157397	L, Q
W-101	608448	9156674	F, L, Q, C
W-125	606073	9162987	L, Q

OBS: Coordenadas em UTM e DATUM SAD69 (zona 24sul), obtidas com GPS (precisão de ± 25 m). F = Afloramento com fotografia apresentada no texto; L = Afloramento com lâmina/ seção delgada; Q = Afloramento/amostra com análises litogeoquímicas (ver Apêndice 1); C = Afloramento/amostra com datação geocronológica (U/Pb em zircão). W = afloramento visitado na área da pesquisa de Mafra (2000).