



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

CAIO DOS SANTOS PEREIRA

**INTEGRAÇÃO GEOFÍSICA-ESTRUTURAL APLICADA À EVOLUÇÃO DO  
TERRENO ICAIÇARA: um candidato a *Ribbon Continent* no interior da Zona  
Transversal da Província Borborema, NE do Brasil**

Recife

2022

CAIO DOS SANTOS PEREIRA

**INTEGRAÇÃO GEOFÍSICA-ESTRUTURAL APLICADA À EVOLUÇÃO DO  
TERRENO ICAIÇARA: um candidato a *Ribbon Continent* no interior da Zona  
Transversal da Província Borborema, NE do Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geociências.

**Área de Concentração:** Geoquímica, Geofísica e Evolução Crustal.

**Orientador:** Prof. Dr. Lauro César Montefalco de Lira Santos.

Recife

2022

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

P436i Pereira, Caio dos Santos.  
Integração geofísica-estrutural aplicada à evolução do terreno Icaçara:  
um candidato a Ribbon Continent no interior da Zona Transversal da  
Província Borborema, NE do Brasil / Caio dos Santos Pereira. – 2022.  
120 f.: il., figs. e tabs.

Orientador: Prof. Dr. Lauro César Montefalco de Lira Santos.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife, 2022.  
Inclui referências, apêndice e anexo.

1. Geociências. 2. Ribbon Continents. 3. Província Borborema. 4.  
Gravimetria terrestre. 5. Integração geofísica-estrutural. 6. Terreno  
Icaçara. I. Santos, Lauro César Montefalco de Lira (Orientador). II.  
Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG/2022-182

CAIO DOS SANTOS PEREIRA

**INTEGRAÇÃO GEOFÍSICA-ESTRUTURAL APLICADA À EVOLUÇÃO DO  
TERRENO ICAIÇARA: um candidato a *Ribbon Continent* no interior da Zona  
Transversal da Província Borborema, NE do Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geoquímica, Geofísica e Evolução Crustal. Área de Concentração: Geoquímica, Geofísica e Evolução Crustal.

Aprovada em: 07/01/2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dr. Lauro César Montefalco de Lira Santos (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Luís Gustavo Ferreira Viegas (Examinador Externo)  
Universidade de Brasília

---

Prof. Dr. Haroldo Monteiro Lima (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco



Dedico este trabalho à minha esposa Iara, meus filhos Iaci e Aruã, minhas irmãs Graciela e Juliana, e meus pais Levi e Ana.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e à minha família aqui em Recife, aos meus pais pela excelente educação que me deram e às famílias Buscapé Mendes-Bastos-Pereira lá no Mato Grosso do Sul. Pelo amor infinito e compreensão da minha esposa Iara e meus filhos Iaci e Aruã em tantos momentos atarefados ou ausente, mas sempre com nossa tripla jornada de trabalho unindo-nos, principalmente com o teletrabalho durante a pandemia do COVID-19. Por todas as inúmeras pessoas e colegas da CPRM-Recife e CTG-UFPE. Em especial ao orientador Lauro Montefalco, sempre paciente, sábio e conselheiro. Ao falecido Professor Edilton Santos um amigo e geólogo fora de série. Ao Prof. Hartmut Beurlen, ainda hoje uma autoridade e desde sempre um pioneiro na metalogênese da Província Borborema, sobretudo com minérios de Cr-Fe-Ti-V associados com rochas de alto grau metamórfico e suas zonas de sutura. Ao Prof. Sérgio Neves, um dos maiores especialistas em evolução crustal do Brasil. Ao Gergely, Renato Moraes, Mário Campos e lógico o Bley, todos meus antigos professores da USP que admiro desde 2009 quando entrei na graduação. Ao Prof. Elton Luiz Dantas, pelas 28 análises isotópicas Sm-Nd que farão parte de um futuro artigo. Aos colegas do MAPEC, principalmente Daniel, Neto e Glenda. À Comissão Técnico Científica (CTC) da CPRM, sempre atentos, prestativos e nos informando de todos os processos necessários para este projeto de Mestrado com liberação parcial por parte do Serviço Geológico do Brasil. Aos meus colegas e amigos do Projeto ARIM Ouro e Metais-Base no Oeste de Pernambuco: Geysson Lages, Felipe Lima, Calão, Luís Palmeira e André Cunha; bem como aos estagiários Acauã, Paulo Castellan (bom geólogo estruturalista), Rafael Sá (hoje é um escarnito) e Gilberto Nunes. Às gerentes Fátima Lyra, Silvana Melo e Cleide Silva por toda a paciência, atenção, abonos e orientações. Ao pessoal da GERINF, mas sobretudo Janaína e Ana Paula, que pela milésima vez tentam me ensinar GIS. Ao técnico Silas, que desde o início do WPE foi parceiro no trabalho braçal poucas vezes reconhecido. À Marília e Gusmão pelo processamento de dados gravimétricos, bem como infindáveis e divertidas discussões geológicas x geofísicas. E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para essa dissertação.

**Um Geólogo da Borborema**, Ao Prof. Edilton Santos

O Geólogo escreveu um belo poema  
Orvalhando em inúmeras manhãs da Borborema  
Um poema de amor expresso em terrenos  
Fragmentos que se juntam serenos  
Desenhando a forma do Nordeste  
Cisalhamentos gigantescos E-W  
Conectados total ou parcialmente  
Por cisalhamentos que se curvam levemente  
E seguem essencialmente para Nordeste  
Dividindo e colando; um mosaico formando  
Nesta velha, árida e bela Borborema  
Terra onde tantos cabras da peste  
Tentando entender e explicar dilemas  
Fizeram e fazem Geologia com calor e valor  
Todavia, poucos com tanta leveza e amor (MARIANO, 2018, p. 29, grifo do autor).

## RESUMO

O extremo oeste da Zona Transversal da Província Borborema abrange supostos terrenos alóctones alojados na Faixa Piancó-Alto Brígida, incluindo o Terreno Icaíçara. Neste trabalho foram integrados dados aerogeofísicos regionais e locais buscando apoiar o entendimento estrutural deste suposto terreno exótico. Os mapas gama-espectrométricos permitiram o mapeamento de estruturas rasas e o delineado geral dos domínios geológicos, enquanto os dados magnéticos e gravimétricos permitiram estimar a continuidade em profundidade das principais zonas de cisalhamento, marcando possíveis estruturas litosféricas. A integração dos dados geofísicos revelou que as zonas de cisalhamento Sítio dos Moreiras, Trempe e Parnamirim atingiram profundidades de 10-16 km, sugerindo assim importantes limites crustais. Os dados gravimétricos utilizados, foram obtidos a partir de perfis terrestres. Por exemplo, a seção gravimétrica regional de 150 km entre as cidades de Araripina e Salgueiro mostrou que o bloco mais denso na região é o núcleo profundo do Icaíçara, com repercussão até o limite crosta/manto num processo de espessamento e soerguimento crustal. Na faixa de profundidade entre 14 e 16 km há uma ascensão forte das rochas mais densas com espessamento crustal e expressão ligeira no manto litosférico (em torno de 32 km). Estes dados fomentaram a análise estrutural, cuja estruturação regional é materializada por uma megadobra antiformal revirada com eixo  $Lb_3$  de direção NE. A partir da análise de afloramentos e cartografia geológica, hierarquizou-se três fases de caráter dúctil ( $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$ ) e uma de caráter rúptil ( $D_4$ ). Dados de foliação e lineação de estiramento mineral ( $Lx$ ) indicam que a estruturação geral corresponde a um padrão de interferência de dobramentos do tipo “domos e bacias”, nos quais os eixos  $Lb_1$  de direção E-W encontraram-se revirados por eixos  $Lb_2$  de direção N-S. Os marcadores deformacionais pretéritos são ainda paralelizados pela tectônica transcorrente ( $D_3$ ), sobretudo na porção sul onde predominam milonitos ligados ao Lineamento Pernambuco; na porção leste pela Zona de Cisalhamento Parnamirim, e oeste pela Zona de Cisalhamento Trempe, ambas de direção NE-SW e cinemática transcorrente sinistral. Estas estruturas representam o mais importante registro do evento Brasiliano, verticalizando e transpondo estruturas pretéritas tanto do Riacciano, quanto do Toniano (?), sendo ainda responsável pela inversão tectônica das paleobacias ediacaranas da Faixa Piancó-Alto Brígida. Interpreta-se aqui que

essas três zonas de cisalhamento em conjunto geraram rotação horária e acomodação do transporte deste bloco crustal por meio de mecanismos de escape lateral. Finalmente, sugere-se que o Terreno Icaçara constitui segmento crustal polideformado, sendo um provável terreno exótico do tipo metamórfico, alojado por meio de tectônica transcorrente na forma de *ribbon continent*, conceito recentemente postulado na literatura para a evolução do continente Gondwana.

**Palavras-chave:** Ribbon Continents; Província Borborema; gravimetria terrestre; integração geofísica-estrutural; terreno Icaçara.

## ABSTRACT

The western end of Transversal Zone in Borborema Province encompasses supposed allochthonous terrain lodged in the Piancó-Alto Brígida Belt, including the Icaíçara Terrane. In this work regional and local aerogeophysical data were integrated in order to support the structural understanding of this supposed exotic terrain. The gamma-spectrometric maps allow mapping of shallow structures and the general delineation of the geological domains, while the magnetic and gravimetric data allow the estimation of the continuity in depth of the main shear zones, marking possible lithospheric structures. The integration of geophysical data revealed that the shear zones Sítio dos Moreiras, Trempe and Parnamirim reached depths of 10-16 km, thus suggesting important crustal boundaries. The gravimetric data used were taken from terrestrial profiles. For example, a regional gravity section of 150 km between the cities of Araripina and Salgueiro shows that the densest block in the region is the deep core of Icaíçara, with repercussions up to the crust/mantle boundary in a process of crustal thickening and uplift. In the range of 14 to 16 km deep there is a strong ascent of the densest rocks with slight expression. In the lithospheric mantle (around 32 km). These data fostered the structural analysis, whose regional structure is materialized by a turned anti-form megafold with axis Lb3 in NE direction. From the analysis of outcrops and geological cartography, three phases of ductile character (D1, D2 and D3) and one of brittle character (D4) were ranked. Foliation and mineral stretch lineation (Lx) data indicate that the general structuring corresponds to an interference pattern of "domes and basins" folding, in which the past axial Lb1 axis in the EW direction were found to be torn by orthogonal Lb2 of NS direction. The past deformation markers are also paralleled by the transcurrent tectonics (D3), especially in the southern portion where mylonites linked to the Pernambuco Lineament predominate; in the east by the Parnamirim Shear Zone, and in the West by the Trempe Shear Zone, both NE-SW direction and sinistral transcurrent kinematics. These structures represent the most important record of the Brasiliano event, verticalizing and transposing past structures from both the Riacian and the Tonian (?), being also responsible for the tectonic inversion of the Ediacaran paleobasins of the Piancó-Alto Brígida Belt. It is interpreted that these three shear zones together generated clockwise rotation and accommodation of the transport of this crustal block through lateral escape mechanisms. Thus, it is

suggested that the Icaçara Terrane constitutes a polydeformed crustal segment, being a probable exotic terrain of the metamorphic type, lodged through transcurrent tectonics in the form of a ribbon continent, a concept recently postulated in the literature for the evolution of the Gondwana continent.

**Keywords:** Ribbon Continents; Borborema Province; terrestrial gravimetry; geophysical-structural integration; Icaçara terrane.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Seção estrutural de terrenos acrescidos a margem norte americana no sul do Alaska.	22
Figura 2 –	Dois principais processos de dispersão de terrenos, <i>strike-slip</i> e por rifteamento	22
Figura 3 –	Localização da área de estudo, na parte oeste do estado de Pernambuco, abrangendo seis folhas na escala 1:100.000	26
Figura 4 –	Área mostrando os contrastes de textura e cor do TIC em comparação com os blocos e faixas móveis adjacentes. Imagem LS8_R7 sobre G5_B2 e fusão com SRTM. Lineamentos estruturais em branco	27
Figura 5 –	Compartimentação Tectônica da Província Borborema no contexto do Gondwana Ocidental.	30
Figura 6 –	Contexto Geológico Regional da Província Borborema, com base na subdivisão tectônica proposta por Brito Neves et al., (2000).	31
Figura 7 –	Compartimentação e subdivisão da Faixa Piancó-Alto Brígida, mostrando a disposição dos principais <i>basement inliers</i> (rosa) intercalados com várias faixas de rochas supracrustais de idade Neoproterozoica (marrom).	33
Figura 8 –	Esquema geológico do TIC	35
Figura 9 –	Mapa radiométrico ternário integrado. Interpretação dos domínios geotectônicos a partir dos limites obtidos pela análise das estruturas e compartimentos geofísicos	39
Figura 10 –	Canal Equivalente Tório, em que o Complexo Barro é ressaltado pelo alto teor de Tório no centro do FIC	40
Figura 11 –	Canal Equivalente Urânio, no qual as zonas de cisalhamento regionais são ressaltadas pelo alto U	41
Figura 12 –	Canal de Potássio, cujas regiões de maior teor denotam granitogênese brasileira e a Suíte Icaçara ao centro do FIC	42



Figura 13 –	Mapa dos canais de Potássio (A), Tório (B) e Urânio (C), com zoom para o FIC ao centro, numa área de 3000 km <sup>2</sup>	43
Figura 14 –	Interpretação em laranja dos domínios geofísicos feitos de acordo com o mapa ternário, na região de detalhe para o Icaíçara	44
Figura 15 –	Anomalias magnéticas reduzidas ao polo, com os principais domínios geotectônicos e os limites dados pelas zonas de cisalhamento	46
Figura 16 –	Mapa aeromagnético do Campo Magnético Total	47
Figura 17 –	Mapa aeromagnético da Amplitude do Sinal Analítico	48
Figura 18 –	Mapa da 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Anômalo	49
Figura 19 –	Interpretação dos Alinhamentos Magnéticos a partir da 1ª Derivada Vertical na forma de zonas de cisalhamento (vermelho), traços de superfície S da foliação tectônica (azul) e alinhamentos rúpteis ou diques (verde)	50
Figura 20 –	Mapa do campo magnético anômalo (A) e do magnético reduzido ao pólo (B) na área de detalhe do FIC. Interpretação dos lineamentos magnéticos da primeira derivada vertical (C) e da amplitude de sinal analítico (D)	51
Figura 21 –	Mapa tectônico simplificado da área de estudo exibindo a orientação dos perfis gravimétricos i) regional (A-B) e ii) de detalhe (1 e 2- quadrados abertos no interior da figura)	52
Figura 22 –	Modelagem do perfil gravimétrico feito entre as cidades de Araripina e Salgueiro, com cerca de 150 km de comprimento, chegando a profundidades crustais de mais de 30 km	54
Figura 23 –	Recorte do mapa de sinal analítico (A) e da composição ternária (B) para o Perfil 1	56
Figura 24 –	Modelagem Conjunta para o Perfil 1	57
Figura 25 –	Recorte do mapa de sinal analítico (A) e composição ternária (B) para o Perfil 2	58

Figura 26 –	Modelagem Conjunta para o Perfil Gravimétrico de Detalhe 2	60
Figura 27 –	Hierarquização das fases de dobramentos D1 e D2 com foliações associadas. D1 produz $S_n$ e $S_0//S_1$ , enquanto que D2 gera $S_{n+1}$ e $S_2//S_3$	63
Figura 28 –	Foliação Principal $S_n$ dando uma guirlanda NNW-SSE, com lineação de estiramento $L_x$ de baixo ângulo caindo para NE-SE e WNW, e lineação de eixo de dobra $L_b$ com duplo caimento para NE-W	64
Figura 29 –	Foliação $S_0-S_1$ do Complexo Barro, planos verticalizados mergulhando para N e S, com eixo caindo para E	64
Figura 30 –	Estruturas associadas à fase D1	66
Figura 31 –	Planos e Pólos de Foliação do Complexo Barro, onde a $S_0//S_1$ tem mergulho de baixo ângulo para E-NE, e a foliação $S_2//S_3$ de médio a alto ângulo tem mergulho para N-S	68
Figura 32 –	Dispersão dos pólos com variação dos eixos de dobras $L_b$ e eixos de lineações de crenulação $L_c$ , indicando redobramentos. Maiores densidades dos pólos nas regiões WNW-ESE e SW-NE, confirmando um padrão aproximadamente ortogonal entre as duas fases D1 e D2. Notar também caimentos de eixos de menor densidade para N, S e E	68
Figura 33 –	Foliação $S_2//S_3$ do Complexo Barro, com as camadas caindo para E-NE e S-SE tendo mergulhos de baixo a alto ângulo	69
Figura 34 –	Estruturas associadas à fase D2	70
Figura 35 –	Foliações miloníticas $S_m$ subverticais do Fragmento Icaçara, com lineações de estiramento mineral subhorizontais caindo para NE-E e W-SW. Há relação de paralelismo entre $L_x$ e $L_b$ , indicando redobramentos tardios nas zonas de cisalhamento, o que gera dobras em bainha em escala mesocópica e rotaciona os eixos	72

	de dobra anteriores	
Figura 36 –	Afloramento de gnaiss granítico porfirítico da Suíte Icaíçara afetado pela Zona de Cisalhamento Trempe, com marcantes planos C/C', indicadores de cisalhamento transcorrente de cinemática destal. Ponto RF-087, no Serrote dos Lopes em Ouricuri	73
Figura 37 –	Feições estruturais da Zona de Cisalhamento Externa indicadoras de transporte tectônico para SE. Foliação de médio a baixo ângulo com níveis sigmoidais e dobras intrafoliais assimétricas transpostas em gnaiss granítico fino. Ponto RF-540, na localidade de Tabuleiro em Ouricuri	73
Figura 38 –	Evidências de transporte tectônico para sul-sudoeste da Zona de Cisalhamento Externa na parte norte do TIC, com indicadores cinemáticos observados em cristais assimétricos de feldspatos de <i>augen</i> -gnaisses graníticos (A). Drenagem mostrando paragnais com foliação de mergulho de médio a baixo ângulo (B) e forte estiramento mineral Lx (detalhe do afloramento em planta com caneta direcionada para norte)	74
Figura 39 –	Foliação principal Sn com direção NE-SW. Possível fase anterior Sn-1 com caimento para NNE-SSW na região da Suíte Fazenda Esperança, Zona de Cisalhamento Trempe	75
Figura 40 –	ZCTE com o polo das lineações de eixos de dobras: Lb1(E-W) e Lb2 (NE-SW)	75
Figura 41 –	Foliação milonítica da ZCTE de alto ângulo de direção NE-SW, com mergulhos de alto ângulo para NW-SE	76
Figura 42 –	Lineação de estiramento de baixo ângulo, caindo para NE-SW, indicando Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral na região da Suíte Fazenda Esperança	76
Figura 43 –	Ortognais afetado por dobra de arrasto (em bainha) em zona de cisalhamento rúptil-dúctil transcorrente de	77

	cinemática dextral. Afloramento do ponto RF-179, no sangradouro do açude Entremontes a sudoeste de Parnamirim	
Figura 44 –	Foliação milonítica de alto ângulo de direção E-W, com mergulhos para N-S, do Lineamento Pernambuco	78
Figura 45 –	Foliação milonítica de médio a alto ângulo de direção NE-SW, com mergulhos para NW e SE, da Zona de Cisalhamento Riacho dos Bezerros borda leste do FIC	79
Figura 46 –	Lineação de estiramento de baixo ângulo mergulhando para nordeste-sudoeste, Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral para a ZCRBP	79
Figura 47 –	Afloramento de biotita xisto do Complexo Lagoa das Contendas, com lentes de ortognaisse fino cinza claro sob efeito de boudinagem, marcando falhamento antitético de deslocamento sinistral. Área de influência do Lineamento Pernambuco, próximo ao contato com o TIC. Fazenda Cupiará, Parnamirim	80
Figura 48 –	Set de 65 fraturas obtidas em conjunto para as rochas supracrustais (Grupo Cachoeirinha, Complexos Barro e Salgueiro). Fenda de tração T de direção NW paralela ao $\sigma_1$ , com R e R', além de outras fraturas secundárias como P, P'e X, seguindo um arranjo de Riedel completo	81
Figura 49 –	Conjunto de 71 fraturas dos granitos brasileiros (Suítes Conceição, Itaporanga e Serrita), Padrões de direção NW paralelo ao $\sigma_1$ brasileiro, e NE, NNE, ENE como fraturas secundárias importantes	81
Figura 50 –	Esquema com interpretação geofísica entre os Lineamentos Pernambuco e Patos da Zona Transversal, mostrando a distribuição das zonas de cisalhamentos principais de direção NE-SW e os terrenos dispersos entre elas	83
Figura 51 –	Perfil Geológico-Tectônico interpretado do Terreno Icaçara. A linha vermelha é a superfície topográfica atual	84

Figura 52 –	Bloco-Diagrama da Litoestratigrafia e Geologia Estrutural do FIC, demonstrando um flanco invertido de um Braquissinclinal Antifórmico	85
Figura 53 –	Modelamento Geológico Regional com base no Perfil Gravimétrico Bouguer obtido entre os Terrenos São Pedro, Icaíçara e Piancó-Alto Brígida	88
Figura 54 –	Mapa Geodinâmico da Província Borborema, com o posicionamento geotectônico do Terreno Icaíçara em relação aos outros Blocos Paleoproterozoicos da Zona Transversal	89
Figura 55 –	Esquema ilustrando o modelo de <i>buckling</i> de como os segmentos de arco Conceição e bacia Cachoeirinha no orógeno linear são deformados em oróclinos acoplados para envolver uma peça equidimensional de crosta continental (Terreno Icaíçara)	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Unidades litoestratigráficas do Terreno Icaçara	36
Tabela 2 –	Sumarização das principais características das fases de deformação dúcteis presentes no Terreno Icaçara	62

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
1.1	APRESENTAÇÃO.....	20
1.2	UM OLHAR SOBRE TECTÔNICA ACRESCIONÁRIA E O MODELO DE TERRENOS .....	21
1.3	JUSTIFICATIVA DO TEMA PROPOSTO.....	23
1.4	OBJETIVOS.....	24
1.5	METODOLOGIA.....	24
1.6	LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	26
<b>2</b>	<b>GEOLOGIA REGIONAL.....</b>	<b>28</b>
2.1	PROVÍNCIA BORBOREMA.....	28
<b>2.1.1</b>	<b>Faixa Piancó-Alto Brígida (FPAB) – Domínio encaixante do TIC.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Geologia do Terreno Icaíçara.....</b>	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
3.1	GEOFÍSICA.....	37
<b>3.1.1</b>	<b>Gamaespectrometria.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Magnetometria.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Gravimetria.....</b>	<b>51</b>
3.1.3.1	Perfil Gravimétrico Regional realizado entre as cidades de Arapipina e Salgueiro (~150 km).....	53
3.1.3.2	Perfil Gravimétrico de Detalhe 1.....	55
3.1.3.3	Perfil Gravimétrico de Detalhe 2.....	58
3.2	GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	61
<b>3.2.1</b>	<b>Deformação Dúctil.....</b>	<b>62</b>
3.2.1.1	Fase D1.....	63
3.2.1.2	Fase D2.....	67
3.2.1.3	Fase D3.....	71
3.2.1.4	Zona de Cisalhamento Trempe-Externa (ZCTE).....	72
3.2.1.5	Lineamento Pernambuco.....	77
3.2.1.6	Zona de Cisalhamento Riacho dos Bezerros-Parnamirim (ZCRBP).....	78

3.2.2	Deformação Rúptil (Fase D4).....	80
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>82</b>
4.1	INTEGRAÇÃO GEOFÍSICA-GEOLOGIA ESTRUTURAL .....	82
4.2	GEOTECTÔNICA E EVOLUÇÃO CRUSTAL DO TERRENO ICAIÇARA.....	86
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>91</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>94</b>
	<b>APÊNDICE A - PETROGRAFIA.....</b>	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE B - FIGURAS DOS LEVANTAMENTOS GRAVIMÉTRICOS TERRESTRES .....</b>	<b>112</b>
	<b>APÊNDICE C - ANOMALIA GRAVIMÉTRICA BOUGUER RESIDUAL DA ZONA TRANSVERSAL .....</b>	<b>119</b>
	<b>ANEXO A - MAPA DE INTEGRAÇÃO GEOLÓGICA- GEOFÍSICA-GEOQUÍMICA DO PROJETO ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE MINERAL (ARIM) OURO E METAIS BASE NO OESTE DE PERNAMBUCO, NA ESCALA 1:250.000, SANTOS ET AL. (2021) .....</b>	<b>120</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Na presente dissertação buscou-se a caracterização estrutural do Fragmento **(FIC)** ou Terreno **(TIC)** Icaíçara (Santos, 1996), extremo oeste da Zona Transversal da Província Borborema, com enfoque em seu significado à luz da tectônica acrescionária. Para isso, foi utilizada a integração de dados de mapeamento geológico e interpretação aerogeofísica combinados com análise estrutural, principalmente em escala mesoscópica.

### 1.1 APRESENTAÇÃO

Este bloco corresponde a um provável *basement inlier* paleoproterozoico (Brito Neves et al., 2018 e 2021), envolto por faixas metassedimentares de baixo grau metamórfico, tendo ainda sua origem e evolução pouco compreendida. Dentro deste contexto, este trabalho motivou-se pela necessidade da ampliação do conhecimento litotectônico desta região, estudada anteriormente por trabalhos de mapeamento geológico em escala regional. Para isso, a área selecionada para estudo cobre boa parte das estruturas e litotipos representantes deste fragmento.

Tal estudo é justificado ainda pela complexidade dos estilos estruturais que ocorrem nessa região, motivando muitas vezes a elaboração modelos geotectônicos diacrônicos na literatura, tanto para o entendimento de processos locais, quanto da evolução tectônica regional (e.g., Santos, 1996; Santos e Medeiros, 1999; Brito Neves et al., 2000; Neves, 2015; Ganade de Araújo et al., 2021; Santos e Caxito, 2021).

O **TIC** foi escolhido por ser um domínio geológico importante na Zona Transversal e cuja evolução estrutural é ainda pouco compreendida, salvo contribuições pontuais (e.g., Medeiros, 1992), possuindo elementos estruturais complexos, tais como figuras de interferência de dobramentos conforme descreveram preliminarmente Pereira et al. (2019, 2020), além de estruturas sugestivas de processos compressivos, representando assim um excelente laboratório para investigar os estilos orogênicos presentes na Província Borborema.

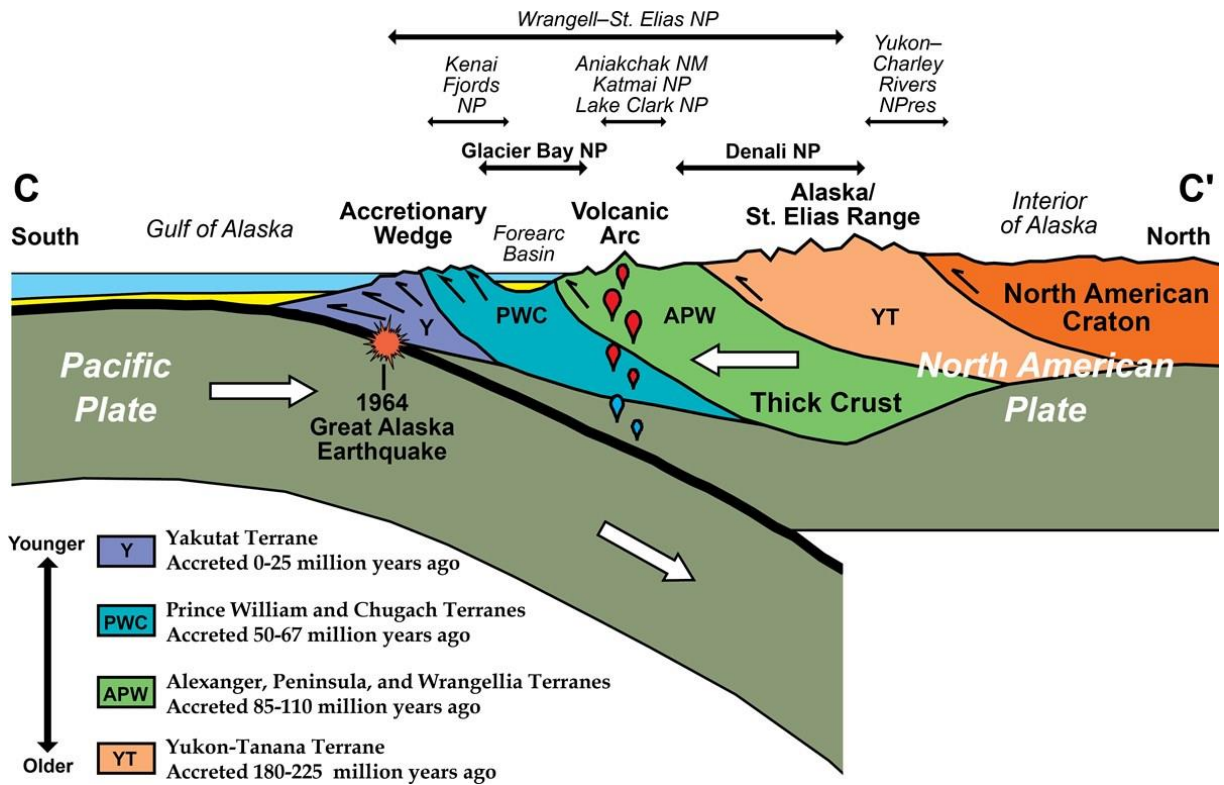
## 1.2 UM OLHAR SOBRE TECTÔNICA ACRESCIONÁRIA E O MODELO DE TERRENOS

Terrenos tectono-estratigráficos são definidos como “*pacotes de rochas com estratigrafia e características geológicas distintas dos terrenos adjacentes, limitados por falhas ou zonas de cisalhamento*” (*sensu* Howell, 1989). A arquitetura estrutural e as sucessões estratigráficas são peças fundamentais para estudar e compreender a evolução desses fragmentos crustais. Por exemplo, os dados estratigráficos fornecem informações cronológicas e correlações paleo-ambientais; já os dados estruturais descrevem a geometria e cinemática presente nos diferentes estratos. Destaca-se ainda, que terrenos pré-cambrianos possuem evolução ainda mais complexa, se comparados com equivalentes fanerozoicos, o que é ocasionado pela obliteração de informações estruturais e superposição de eventos deformacionais.

Os terrenos apresentam variados tamanhos e são classificados em estratigráficos, metamórficos ou fragmentados, descritos em função de características individuais referentes ao próprio terreno ou à margem continental (Howell, 1995 e referências ali contidas). Alguns critérios são essenciais e auxiliam na identificação de terrenos distintos ou de limites que não são tão evidentes, tais como sequências de sobreposição, soldagem metamórfica, suturamento plutônico e ligação de proveniência, que normalmente são reconhecidos ao longo de blocos imbricados durante colagem orogênica (Figura 1). Além disso, há dois tipos principais de mecanismos de dispersão de terrenos (Figura 2). No tipo *strike-slip*, os pedaços se separam através de falhas ou zonas de cisalhamento transcorrentes importantes e de grande dimensão; e no tipo por rifteamento, em que há a atuação de esforços divergentes com falhas, muitas vezes em junções tríplices de 60° entre si (Santos et al. 2014 e referências ali contidas).

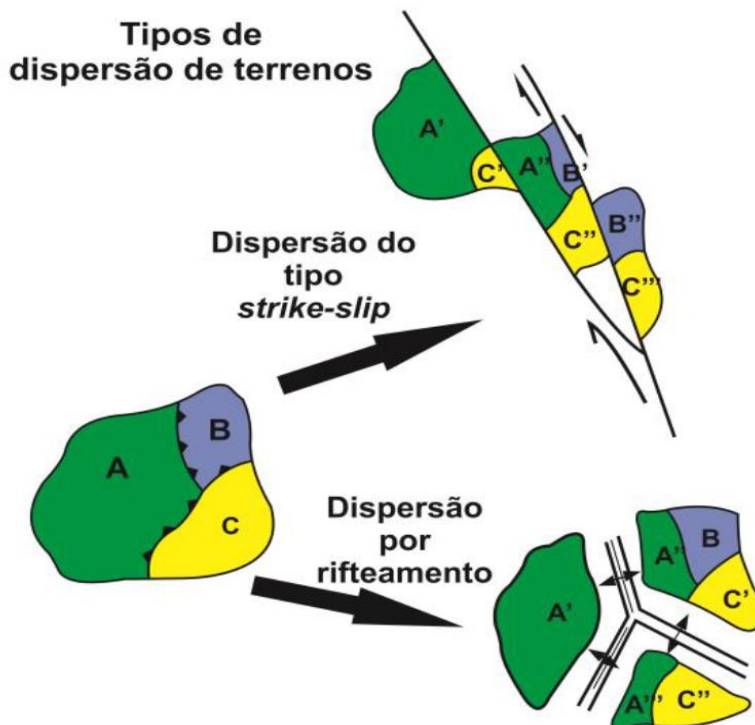
A análise de terrenos representa um esforço integrativo aplicado ao estudo de cinturões orogênicos, consistindo numa técnica multidisciplinar, envolvendo mapeamento geológico em diversas escalas, tais como análise estrutural e investigações geofísicas. Além dessas técnicas, dados laboratoriais de geoquímica de rocha total e análises de isótopos radiogênicos, por exemplo, complementam o resgate da história evolucionária de orógenos acrescionários (*e.g.*, Cawood et al. 2009).

Figura 1 - Seção estrutural de terrenos acrescidos a margem norte americana no sul do Alaska.



Lillie (2005).

Figura 2 - Dois principais processos de dispersão de terrenos, *strike-slip* e por rifteamento.



Fonte: Modificado de Howell et al. 1995; extraído de Santos et al. 2014).

### 1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA PROPOSTO

Ocupando a porção NE da América do Sul, a Província Borborema (PB) corresponde a uma faixa móvel que compõe um extenso cinturão orogênico que se estende até o oeste da África em reconstruções paleogeográficas, tendo sido formada durante a Orogênese Brasileira no Neoproterozoico (ca. 650-550 Ma; Almeida et al., 1981; Brito Neves et al., 2000, 2014; Caxito et al. 2020).

Num contexto mais amplo da evolução crustal, os segmentos da crosta continental que correspondem a núcleos do embasamento (*basement inliers*) e terrenos alóctones são peças fundamentais para o entendimento dos maiores processos que afetaram cinturões orogênicos antigos, sobretudo porque podem guardar remanescentes de blocos continentais maiores (e.g., Cawood et al., 2009; Reddy e Evans, 2009). Uma das características mais importantes da PB é a extensa rede de zonas de cisalhamento, levando alguns autores a sugerir a existência de uma série de terrenos exóticos (Santos, 1996; Santos e Medeiros, 1999; Santos et al., 2021), recentemente reinterpretados como resultado de sucessivos episódios de colisão continental, extrusão e descratonização dos blocos adjacentes como São Luís-Oeste África e São Francisco-Congo (Caxito et al., 2020; Ganade de Araújo et al., 2021).

Este aparentemente é o caso do Terreno Icaçara, que pode ser preliminarmente classificado como um fragmento disperso como os descritos na borda leste da Placa do Pacífico, subtipo metamórfico, como o de Yukon-Tanana na América do Norte. Sua estruturação é semelhante à descrita por Schermer (1984); Jones et al., (1982) e Howell (1989 e 1995), dado que sua trama tectônica interna (traços de superfície S) são de direção leste-oeste, enquanto as faixas deformadas que o bordejam apresentem forte *trend* NE-SW. Além disso, o TIC é limitado por zonas de cisalhamento nos seus três lados, fator que segundo os autores supracitados é primordial para compreender o arranjo crustal de terrenos metamórficos de alto grau, tais como possíveis eventos de alta pressão descritos na década de 1990 na região (e.g., Beurlen et al., 1992). Diante do exposto, a justificativa final do tema explorado reside no fato do **TIC** poder representar um excelente exemplo de um possível terreno tectono exótico, altamente deformado e com história evolutiva complexa.

## 1.4 OBJETIVOS

De forma direta, pretendeu-se por meio dessa pesquisa contribuir para a evolução crustal desta porção da Província Borborema, buscando especificamente:

- a) Interpretar as principais estruturas tanto profundas quanto rasas que afetaram e modelaram a geometria do **TIC**, com base em mapas geofísicos e investigações estruturais de campo;
- b) Compreender e elaborar um modelo geofísico-estrutural que demonstre e explique o seu significado tectônico;
- c) Demonstrar o papel e significado deste fragmento na consolidação da Província Borborema, contribuindo para a discussão sobre a natureza orogênica da província (*e.g.*, acrescionário, colisional ou intracontinental);

## 1.5 METODOLOGIA

A análise geotectônica de segmentos crustais em escala regional, tal qual o Terreno Icaicara, necessita da integração de diversas técnicas, incluindo metodologias clássicas da geologia e dados analíticos especializados, que deverão ser integrados em pesquisas futuras. Entretanto, como esta é uma área ainda pouco compreendida, aplicou-se métodos geofísicos e geológicos integrados para entender o processo evolutivo desse fragmento. De forma simplificada, a metodologia utilizada incluiu:

- a) Revisão bibliográfica extensa, tanto com relação a evolução da crosta continental em artigos de revistas científicas de ampla circulação, quanto investigação de bibliografia local, incluindo mapas e relatórios regionais.
- b) Processamento de dados aerogeofísicos disponíveis para o projeto ARIM Ouro e Metais Base no Oeste de PE executado pelo Serviço Geológico do Brasil no GeoSGB.
- c) Trabalhos de campo sistemáticos envolvendo análise estrutural mesoscópica das unidades que compõem o Fragmento Icaicara.

Os dados aerogeofísicos utilizados neste trabalho foram levantados no Projeto Borda Leste do Planalto da Borborema (LASA S.A. & Prospectors, 2006) e

cedidos pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM). Esse projeto levantou perfis aeromagnéticos e aerogamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de voo espaçadas de 500 m e linhas de controle de 10 km, orientadas, respectivamente, nas direções N-S e E-W. A altura de voo foi fixada em 100 metros sobre o terreno. A carta de interpretação de dados aerogeofísicos publicada pelo Projeto Ouro e Metais Base no Oeste de Pernambuco (Silva et al., 2017) é suportada por banco de dados disponibilizados em versão GIS.

As imagens aerogeofísicas foram utilizadas para delimitar os contatos entre os diferentes litotipos da área de estudo, além de auxiliar na determinação de feições lineares. As imagens obtidas foram interpretadas, servindo de base para o mapeamento lito-estrutural. Para melhorar a qualidade e interpretação dos dados aeromagnéticos, foram empregados filtros na determinação de contatos, lineamentos e feições estruturais. O processamento de dados gamaespectrométricos objetivou a criação de imagens para delimitar e diferenciar as unidades geológicas. Assim sendo, foram geradas imagens individuais nos canais de K, eTh, eU e combinações ternárias RGB envolvendo estes canais. Tais imagens foram interpretadas e possibilitaram a delimitação e diferenciação das principais unidades geológicas, sendo fundamental ao mapeamento.

No levantamento gravimétrico terrestre (**Apêndice A2**), foi usado um GPS geodésico com altímetro de precisão acoplado, além do Gravímetro Autograv Scintrex – CG5. A Base de 1ª Ordem é da Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira (RGFB) que possui valor absoluto de gravidade, sendo referência de nível do IBGE. Esta base está localizada na BR-232, no entroncamento para Verdejante (PE). A Base de 2ª Ordem foi instalada no Hotel Plaza, localizado no município de Salgueiro (PE). O circuito gravimétrico foi executado em tempo menor que 12 horas, medindo no campo estações com “g” relativo em relação à base com “g” absoluto. Foram realizadas ainda correções de maré e da deriva, além do cálculo de anomalias de gravidade pela equipe de geofísica da CPRM de Recife.

## 1.6 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A área foi alvo de estudo e mapeamento durante os anos de 2017 a 2019 na CPRM-Recife durante o Projeto Oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil, abrangendo seis folhas na escala 1:100.000 (Figura 3). O principal acesso à área de trabalho se dá a partir de Recife pela BR-232 sentido Salgueiro, sendo complementado pela rodovia PE-560, sentido Ouricuri.

Figura 3 - Localização da área de estudo, na parte oeste do estado de Pernambuco, abrangendo seis folhas na escala 1:100.000.



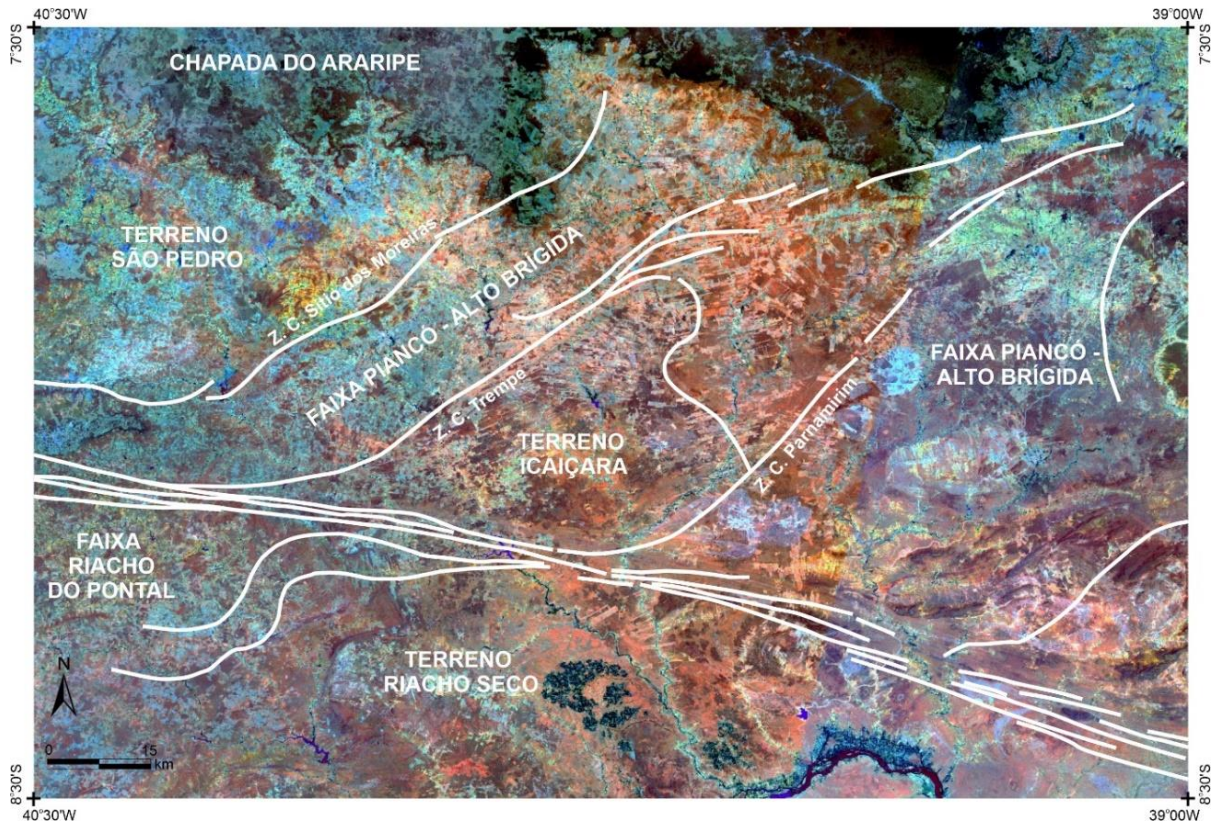
Fonte: O autor (2022).

O Terreno Icaçara está localizado integralmente no estado de Pernambuco e possui uma área aproximada de 1507 km<sup>2</sup>, sendo bordejado por outros blocos alóctones e faixas orogênicas, cujos limites foram interpretados como lineamentos estruturais traçados em linhas brancas (Figura 4). Há uma notória mudança na cor e textura do **TIC** em diversas imagens de satélite como Rapideye e Landsat 8 (tal



como demonstra a razão de bandas R7 sobre G5\_B2, Figura 4), em que o TIC está em tons de marrom e cinza, e relevo de maior altitude.

Figura 4 - Área mostrando os contrastes de textura e cor do TIC em comparação com os blocos e faixas móveis adjacentes. Imagem LS8\_R7 sobre G5\_B2 e fusão com SRTM. Lineamentos estruturais em branco.



Fonte: O autor (2022).



## 2 GEOLOGIA REGIONAL

A área de estudo localiza-se na porção Extremo Oeste da Zona Transversal da Província Borborema, uma das províncias estruturais definidas por Almeida et al., (1981). Localizada no NE do Brasil, esta província representa uma peça-chave na reconstrução orogênica no Gondwana Ocidental (Figura 6), uma vez que suas estruturas apresentam continuidade direta com as províncias do Oeste Africano (e.g., Van Schmus et al., 2008; Ganade et al., 2016; Caxito et al., 2020).

### 2.1 Província Borborema

Com base nas principais descontinuidades crustais, foram reconhecidos por Brito Neves et al., (2000) os domínios Médio Coreaú, Ceará Central, Rio Grande do Norte, Transversal e Meridional, enquanto Van Schmus et al. (1995; 2011) dividem a PB em três subprovíncias: Setentrional, Central/Transversal e Meridional, limitadas por dois cinturões de cisalhamento, Patos e Pernambuco (Figuras 5 e 6).

Modelos distintos tem sido apresentados no concernente à sua evolução: 1) acreção de terrenos exóticos, similares aos da Cordilheira Oeste da América do Norte (Santos, 1995; Santos et al., 1996; Brito Neves et al., 2000; 2018, 2021); 2) retrabalhamento de crosta Paleoproterozoica numa orogênese intracontinental/intracratônica de idade Ediacarana (Neves, 2015, Neves et al. 2021); 3) diferentes estágios de um Ciclo de Wilson, envolvendo rifteamento, *drift*, subducção e colisão continente-continente (Caxito et al. 2014a, 2014b, 2016); 4) colisão continente-continente na borda noroeste e retrabalhamento intracontinental nas partes internas da província, incluindo a descronização dos crátons adjacentes em forma de *ribbon continents* (Ganade de Araújo et al., 2014a e 2014b, 2021).

Apesar desses modelos não serem excludentes, tem sido proposto há muito tempo (e.g., Santos, 1996; Santos e Medeiros, 1999) que a porção central da província representa uma região potencial para aplicar a clássica concepção de tectônica acrescionária (e.g., Coney et al., 1980; Howell, 1995). Este domínio, denominado de Zona Transversal é caracterizado por litotipos variados que refletem estágios sistemáticos de crescimento e retrabalhamento crustais bem como

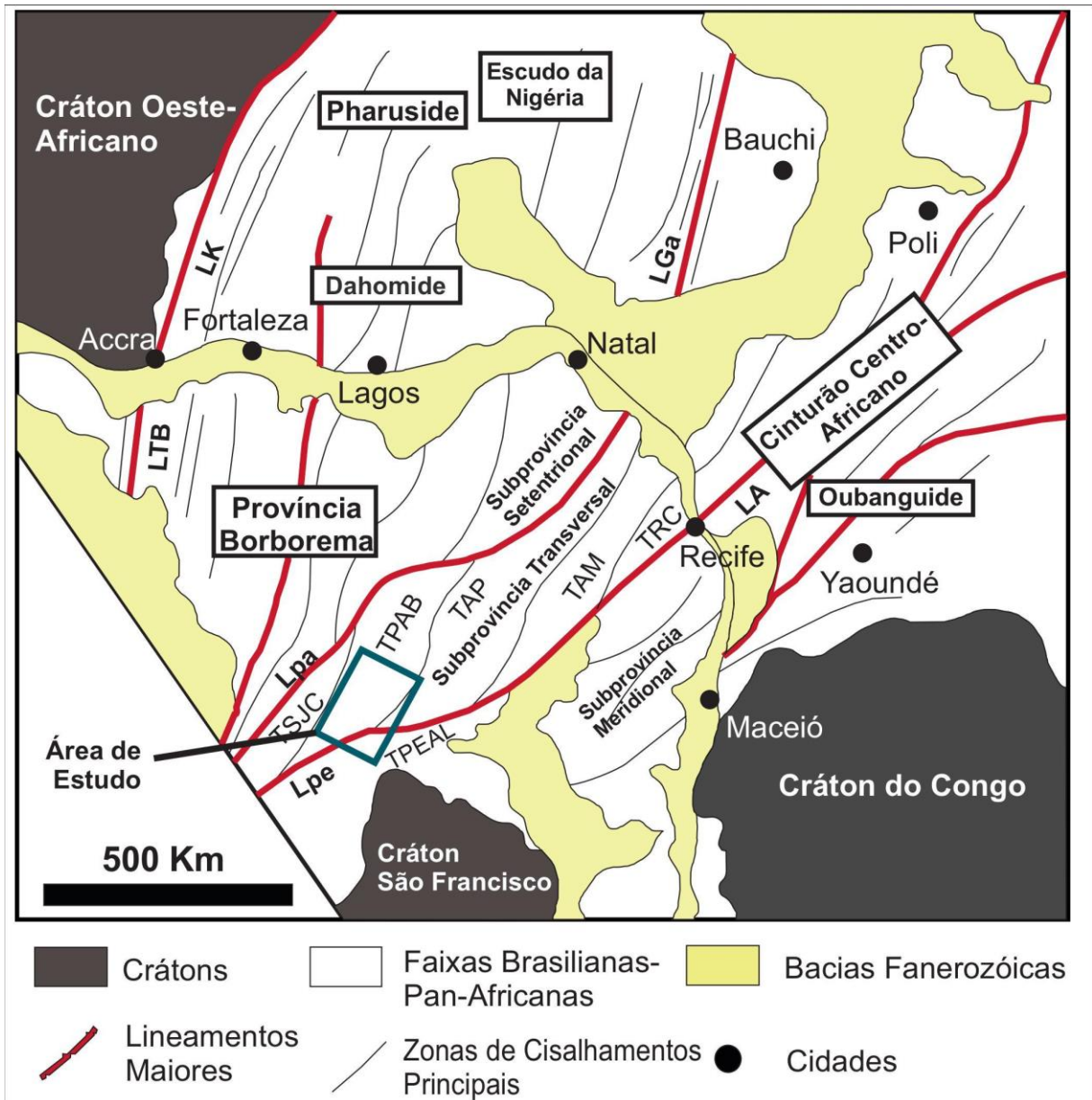
extensas zonas de cisalhamento em escala regional que podem ser interpretadas como limites crustais.

Á luz do modelo acrescionário, a Zona Transversal da Província Borborema é limitada pelos lineamentos Patos e Pernambuco, sendo caracterizada por quatro terrenos principais: Rio Capibaribe, Alto Moxotó, Alto Pajeú, Piancó-Alto Brígida e São José do Caiana (ou São Pedro), além de dois subterrenos (Riacho Gravatá e Icaçara), conforme detalham Van Schmus et al., (1995), Santos e Medeiros (1999) e Brito Neves et al., (2000). Os limites entre eles são dados por extensas e expressivas zonas de cisalhamento de direção NE-SW, as quais marcariam possíveis zonas de sutura ou colagem durante as diversas orogêneses da Zona Transversal, desde o Riachão até o Ediacarano (ver Santos et al. 2021 para maiores detalhes).

Neste sentido, tem sido sugerido por diversos autores que tais descontinuidades, seriam ainda responsáveis pela acomodação tanto de deformação convergente quanto transcorrente/transformante durante estágios sequenciais da orogenia Brasileira (Brito Neves et al. 2000; Santos et al. 2017; Oliveira e Medeiros, 2018).

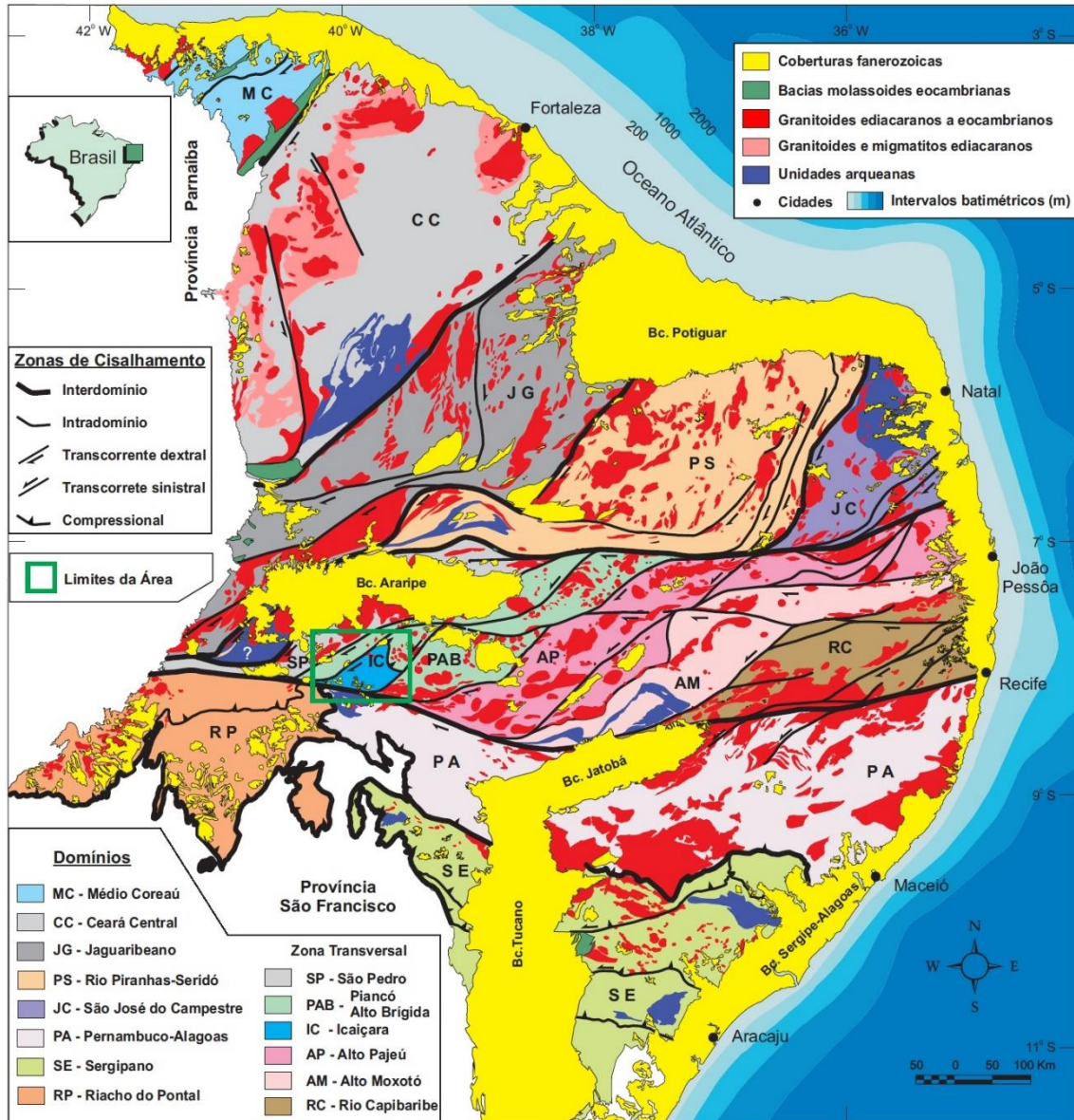
Finalmente, ressalta-se a presença de intenso plutonismo durante o Ediacarano por toda a Província Borborema, o que tem sido alvo de proposição de arcos magmáticos (Brito Neves et al., 2016; Sial e Ferreira, 2016). Recomenda-se a leitura de Neves (2015) para comparação com outros modelos geodinâmicos propostos para a região. Para a configuração geral e estrutural das zonas de cisalhamento da Zona Transversal, o leitor é aqui direcionado para Vauchez et al., (1995).

Figura 5 - Compartimentação Tectônica da Província Borborema no contexto do Gondwana Ocidental. O retângulo azul representa a área do Terreno Piacó-Alto Brígida onde está o Fragmento Icaçara. TPEAL: Superterreno Pernambuco-Alagoas; TSJC: Terreno São José do Caiana (ou São Pedro); TPAB: Terreno Piacó-Alto Brígida; TAP: Terreno Alto Pajeú; TAM: Terreno Alto Moxotó; TRC: Terreno Rio Capibaribe. Lpe: Lineamento Pernambuco; Lpa: Lineamento Patos; LGa: Lineamento Garoua (ou Nigeria Leste); LA: Lineamento Adamoua; LK: Lineamento Kandi; LTB: Lineamento Transbrasiliano



Fonte: Traduzido e modificado de Santos et al., (2017).

Figura 6 - Contexto Geológico Regional da Província Borborema, com base na subdivisão tectônica proposta por Brito Neves et al., (2000). O retângulo verde representa a área do Icaçara, propondo assim mais um Terreno na Zona Transversal.



Fonte: Extraído e modificado de Medeiros et al., (2017).

### 2.1.1 Faixa Piancó-Alto Brígida (FPAB) – Domínio encaixante do TIC

Definido originalmente por Brito Neves (1975), esta faixa abordaria originalmente os grupos estratigráficos Cachoeirinha e Salgueiro, diferenciando-se pelos padrões de deformação e grau metamórfico, onde os xistos de maior em condições de fácies Anfibolito e mais deformados (Grupo Salgueiro) ocorreriam na base e os filitos menos deformados no fácies Xisto Verde (Grupo Cachoeirinha) no topo (Bittar, 1998; Brito Neves et al. 2018).

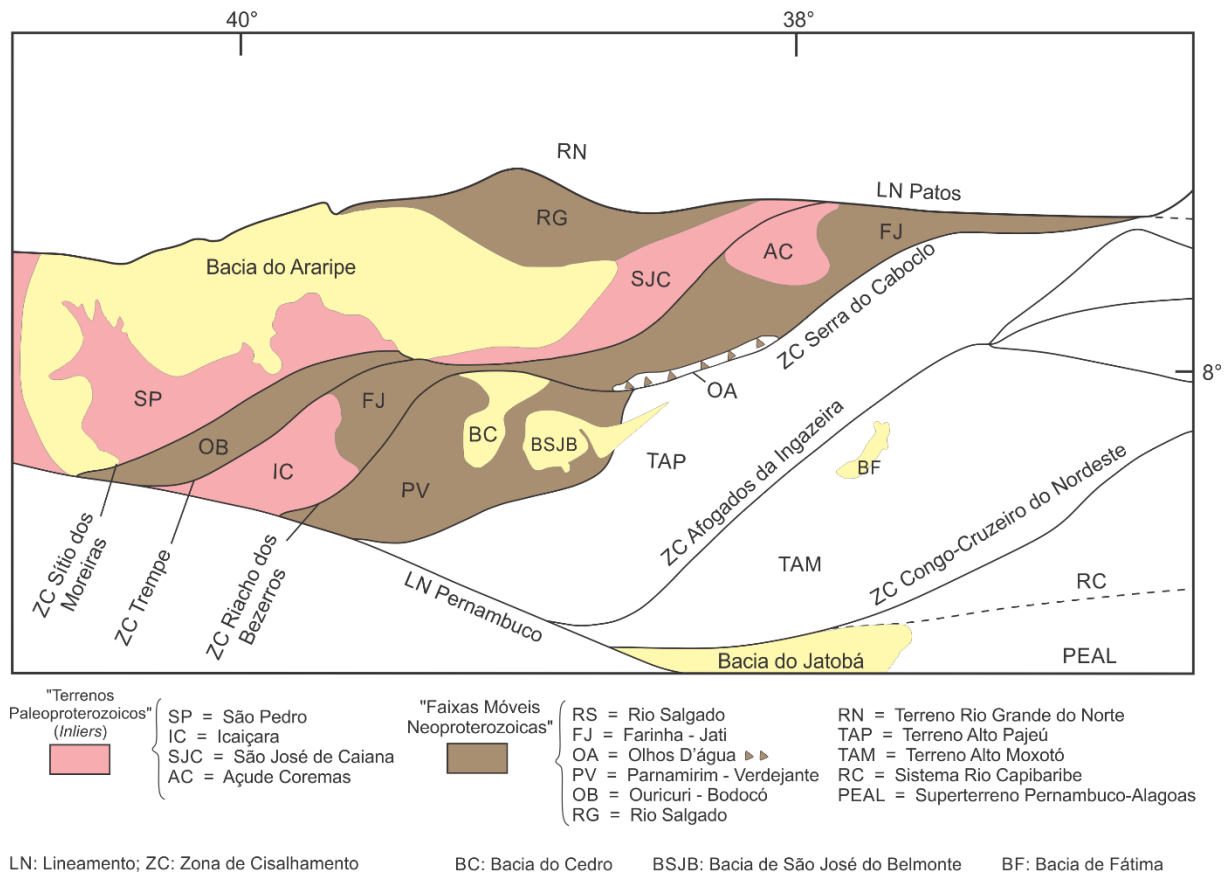
Recentemente, sugeriu-se que tal divisão entre Salgueiro e Cachoeirinha englobaria principalmente contrastes tectono-metamórficos e deformacionais, uma vez que o metamorfismo progressivo permite que algumas regiões sejam menos afetadas à deformação e sejam exumadas como lascas tectônicas imbricadas, tendo grau metamórfico distintos (Pereira et al., 2019).

De acordo com Medeiros (2004) e diversas referências ali contidas, a Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo seria o provável limite entre a Faixa Piancó-Alto Brígida e o Terreno Alto Pajeú, enquanto seu limite com a Subprovíncia Setentrional seria definido pelo Lineamento Patos. Atualmente divide-se a Faixa Piancó-Alto Brígida nas formações Santana dos Garrotes e Serra do Olhos d'Água, as quais são intrudidas por uma série de granitos brasileiros (Santos e Medeiros, 1999; Sial e Ferreira, 2016) com idades variando entre 640 a 580 Ma. A natureza geoquímica clássica de granitos orogênicos relacionados a reciclagem crustal levou Brito Neves et al. (2016) a definir uma extensa zona de compressão e colisão norte desta faixa, denominado de Arco Magmático Conceição. De acordo como este modelo, o edifício plutônico-vulcânico deste arco estaria relacionado a uma provável zona de sutura relacionada ao Lineamento Patos, conforme também descrevem Santos e Caxito (2021) e Caxito et al. (2020). Tal modelo é contestado por Neves et al. (2019).

Por fim, ressalta-se que ocorrem nesta faixa, *inliers* ou fragmentos, interpretados no presente trabalho como terrenos paleoproterozoicos, que ocorrem intercalados com as sequências metassedimentares neoproterozoicas, sendo separados por zonas de cisalhamento compressivas e transcorrentes. Apesar de inexplorados em detalhe, trabalhos de integração regional delimitaram esses blocos distintos de Açude Coremas, São José de Caiana, São Pedro e Icaçara, elemento tectônico investigado nesta dissertação (Figura 7; Brito Neves et al. 2018).



Figura 7 - Compartimentação e subdivisão da Faixa Piancó-Alto Brígida, mostrando a disposição dos principais *basement inliers* (rosa) intercalados com várias faixas de rochas supracrustais de idade Neoproterozoica (marrom).



Fonte: Extraído e modificado de Brito Neves et al. (2018).

### 2.1.2 Geologia do Terreno Icaíçara

O Terreno Icaíçara deve sua atual denominação a Santos (1996), complementada por Brito Neves et al., (2018). De acordo com estes autores, esta entidade geotectônica corresponderia ao domínio estrutural que constitui um núcleo de embasamento estruturado em uma grande antifórme regional no interior da Faixa Piancó-Alto Brígida. A estratigrafia considerada atualmente para o FIC, aborda duas unidades litoestratigráficas principais (Tabela 1): rochas gnáissico-migmatíticas (Complexo Parnamirim), supostamente basal; uma unidade psamítico-pelítico-carbonática tipo QPC (Complexo Barro).

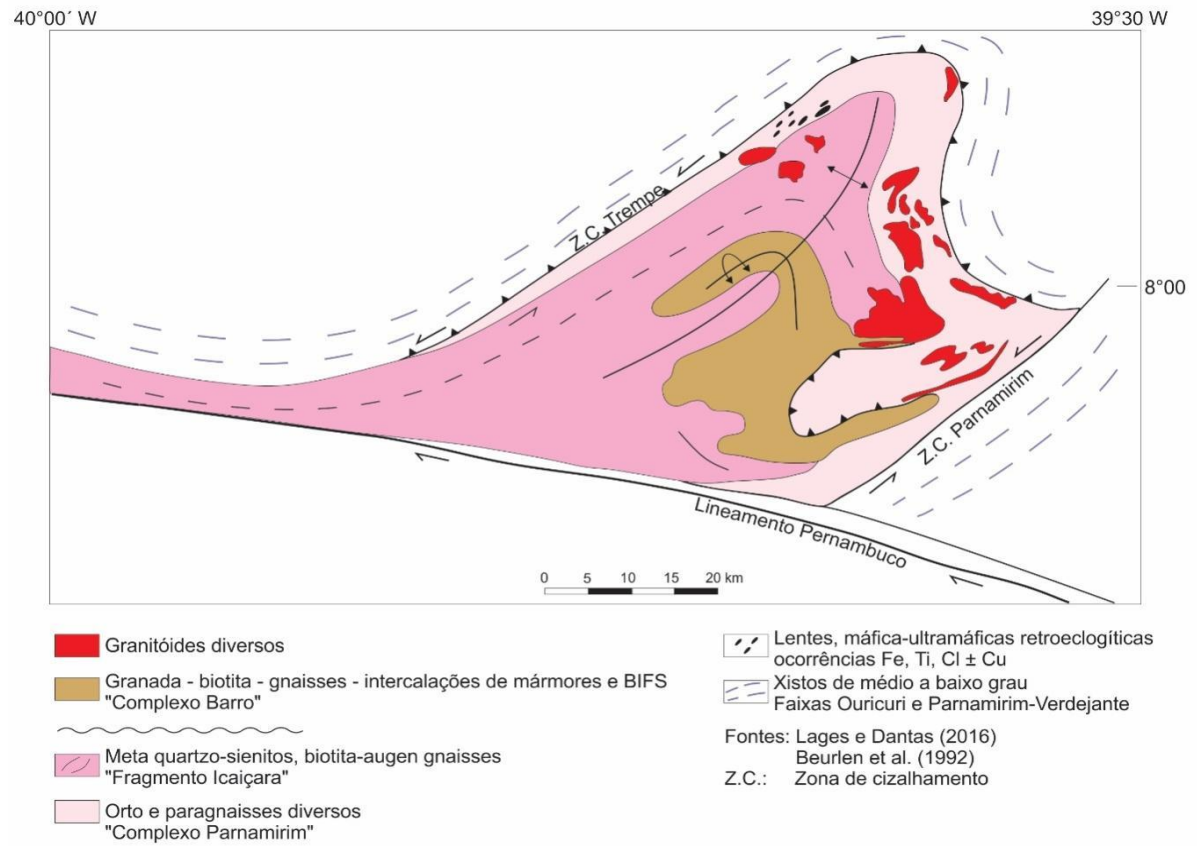
Este conjunto regional é intrudido por *augen* gnaiesses graníticos em forma *sheets* tangenciais, conforme descrevem Cruz e Marinho (2013). Outras unidades recentemente cartografadas incluem as suítes intrusivas máfica-ultramáficas Vale das Pedras (SVP) e Fazenda Esperança (SFE), correspondendo ao registro de

magmatismo toleítico, possivelmente associado a eventos de alta pressão, correlatos aqueles descritos por Beurlen et al., (1992) para a região de Bodocó.

O TIC teve seu arcabouço tectono-estrutural inicialmente definido por Silva Filho (1985), posteriormente reinterpretada e aprimorada por Medeiros (1992), Medeiros et al., (1993) e Angelim & Kosin (2001). Todos os trabalhos realizados neste núcleo dão conta de que este é circundado discordantemente por rochas metassedimentares neoproterozoicas de médio a baixo grau metamórfico (Figura 8), separados destas a norte através da Zona Cisalhamento Externa, de natureza contracional, enquanto seu limite oeste é dado pela Zona de Cisalhamento Trempe, e seu limite leste pela Zona de Cisalhamento Parnamirim, ambas de cinemática transcorrente sinistral. O Lineamento Pernambuco, cuja cinemática é predominantemente transcorrente dextral, marca o limite sul do fragmento com os terrenos Alto Pajeú e Pernambuco-Alagoas.

Considerações geotectônicas preliminares, sugerem que este terreno provavelmente trata-se de um bloco crustal alóctone já nas décadas de 1980 e 1990. Por exemplo, Mendes (1983), com base nas condições metamórficas e exposições dos litotipos predominantemente de alto grau (gnaisses, gnaisses migmatizados e possíveis *grey gneisses*), sugeriu que este bloco se tratava de um fragmento de crosta arqueana, ladeada por faixas neoproterozoicas, possuindo associações sugestivas de médio a alto grau metamórfico, conforme complementam Beurlen e Villarroel (1990) e Beurlen et al. (1992).

Figura 8 - Mapa geológico regional do TIC.



Fonte: Extraído de Brito Neves e Passarelli (2020).



Tabela 1 - Unidades litoestratigráficas do Terreno Icaíçara.

Unidade	Descrição	Idade (Ma)	Referência
<b>Complexo Parnamirim</b>	Gnaisses bandados, acimentados com biotita e/ou anfibólio e/ou granada. Pode conter metagranitóides tipo S, muscovita gnaisses, metagrauvas e metaplutônicas variadas	2193 ± 14; 2116 ± 9,8; 2108 ± 6,8	Brito Neves e Passarelli (2020)
<b>Suíte Icaíçara</b>	Biotita <i>augen</i> gnaisses graníticos calcoalcalinos a alcalinos, localmente apresentando fácies microporfirítica	2132 ± 12; 2161 ± 17  1969 ± 9 (Pb-Pb em monozircão)	Brito Neves e Passarelli (2020)  Medeiros et al. (1993)
<b>Complexo Barro</b>	Migmatitos micáceos e granadíferos, (estaurolita, cianita)-granada-biotita xistos com intercalações de paragnaisses, mármore, rochas calciossilicáticas e quartzitos.	995 ± 5,9; 893 (idade máxima de sedimentação)	Brito Neves e Passarelli (2020)
<b>Suíte Vale das Pedras</b>	Magnetita-titanita hornblenditos, anfibólio ortognaisses tonalíticos, epidoto-titanita-biotita anfibolitos e hematita-ilmenita granofels	1414 (idade-modelo TDm, com εNd positivo em 980);	Cruz (2015)
<b>Suíte Fazenda Esperança</b>	Rochas máficas a ultramáficas, retroeclogíticas, com níveis de cromititos maciços a podiformes, ilmenomagnetititos e (talco-serpentina-tremolita)-clorita xistos	625 (idade inferida em comparação com a Suíte Serrote das Pedras Pretas)	Lages e Dantas (2016)

Fonte: O autor (2022).

### 3 RESULTADOS

Os principais resultados deste trabalho enfocam aspectos da geofísica (magnetometria, gamaespectrometria, gravimetria) e da geologia estrutural, a partir do qual foram hierarquizadas em fases de deformação.

#### 3.1 GEOFÍSICA

Mapas de K (%), eTh (ppm) e eU (ppm), bem como a composição ternária RGB (Figura 9) dos radioelementos foram usados a partir dos dados do projeto ARIM WPE, publicados na carta aerogeofísica elaborada por Silva et al. (2017). No mapa da Figura 9, a área do Fragmento Icaçara está ao centro, sendo bordejado pelas zonas de cisalhamento.

##### 3.1.1 Gamaespectrometria

Acrescenta-se que em mapa onde a área apresenta maior detalhe de exposição (Figuras 13 e 14), é possível fazer a individualização dos domínios geofísicos de acordo com a distribuição das cores no mapa de composição ternária. Logo, a assinatura das unidades é descrita a seguir:

- a) Complexo Barro: cor verde escura no núcleo, rico em Thório.
- b) Complexo Parnamirim: tons de vermelho a preto, donde as rochas da Suíte Intrusiva Icaçara apresentam colorações amarelo-branco, dando um estouro/exagero no canal de K (%), obliterando parcialmente o sinal do Complexo Parnamirim.
- c) Suíte Intrusiva Icaçara: tons de amarelo e branco, indicando enriquecimento nos três elementos radiométricos, típico de rochas ígneas e metaígneas. Ressalta-se que a fácies magmática cálcio-alcálica descrita para esta unidade apresenta enriquecimento relativo ao K maior, sugerindo maior maturação da crosta continental.
- d) Suíte Vale das Pedras: corpos lenticulares pretos dentro do verde escuro, sugerindo empobrecimento nos três elementos, feição característica de rochas máficas e metaltramáficas, bem como seus correspondentes metamórficos.

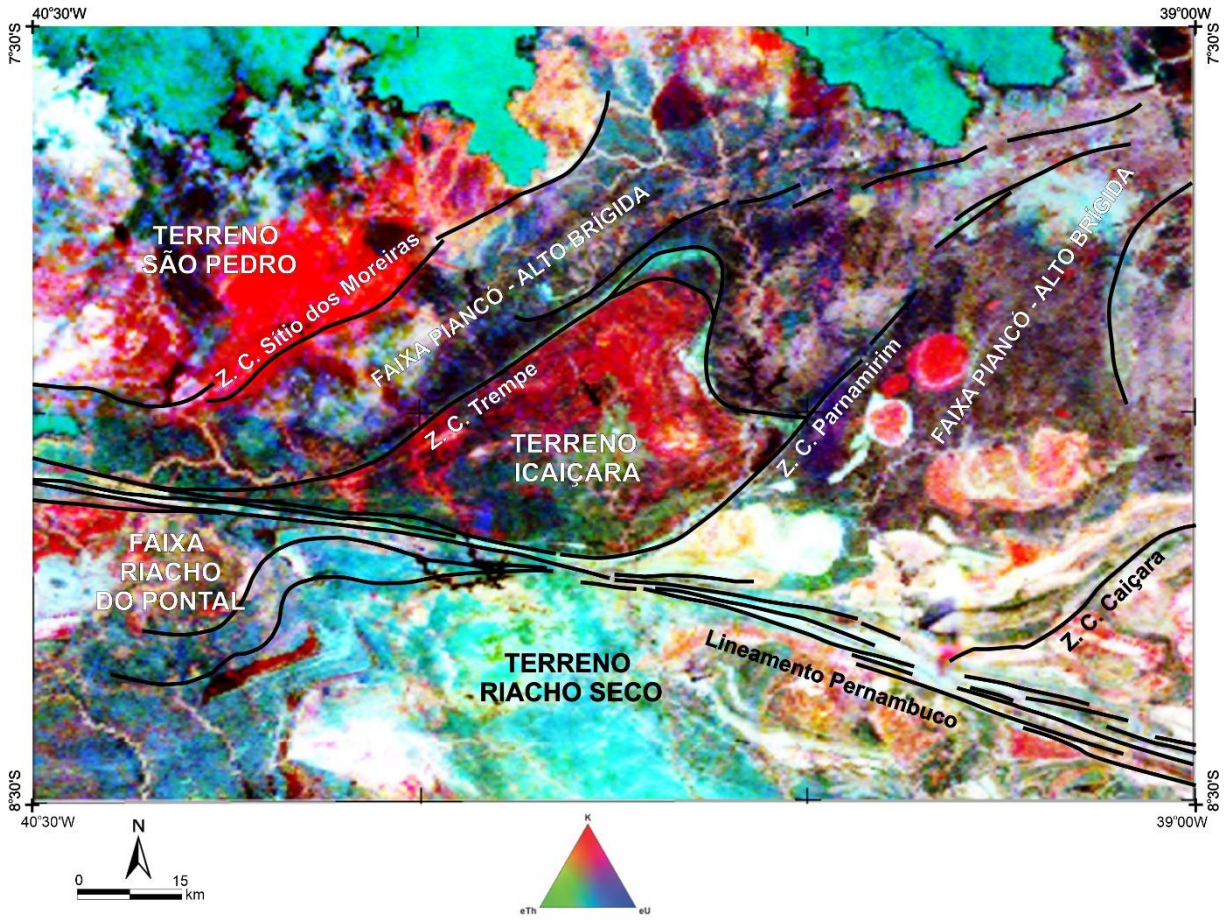
e) Suíte Fazenda Esperança: bordas de cor ciano/verde claro.

O Mapa do Equivalente em Thório (Figura 10) mostra o enriquecimento em Th ao longo das Zonas de Cisalhamento de borda do FIC: Trempe, Externa e Riacho dos Bezerras-Parnamirim. Ao centro-sul da área, aparecem os corpos do Complexo Barro nas cores vermelha e amarela, indicando que as supracrustais da área correspondem a rochas metassedimentares enriquecidas neste elemento, contrastando com o embasamento que é claramente empobrecido (tons verde e azul). Já no Superterreno Pernambuco-Alagoas (Brito Neves e Silva Filho, 2019), a sul do Lineamento Pernambuco, há um forte enriquecimento em Tório (tons de rosa escuro e claro) do chamado Terreno Riacho Seco, principalmente no Complexo Entremontes de idade Arqueana e no Complexo Cabrobó de idade Toniana.

No canal de Equivalente Urânio (Figura 11), as bordas norte e leste do TIC são enriquecidas em U, bem como o centro relacionado ao Complexo Barro. As zonas de cisalhamento regionais também são ressaltadas pelo enriquecimento anômalo neste elemento (Figura 11), em função da grande mobilidade deste em regiões fraturadas. A parte leste do TIC, na região da Serra do Estanque ocorre uma porção do Complexo Parnamirim mais rica em Urânio, possivelmente formada por gnaisses paraderivados, constatação que carece de melhor correlação geofísica-geológica.

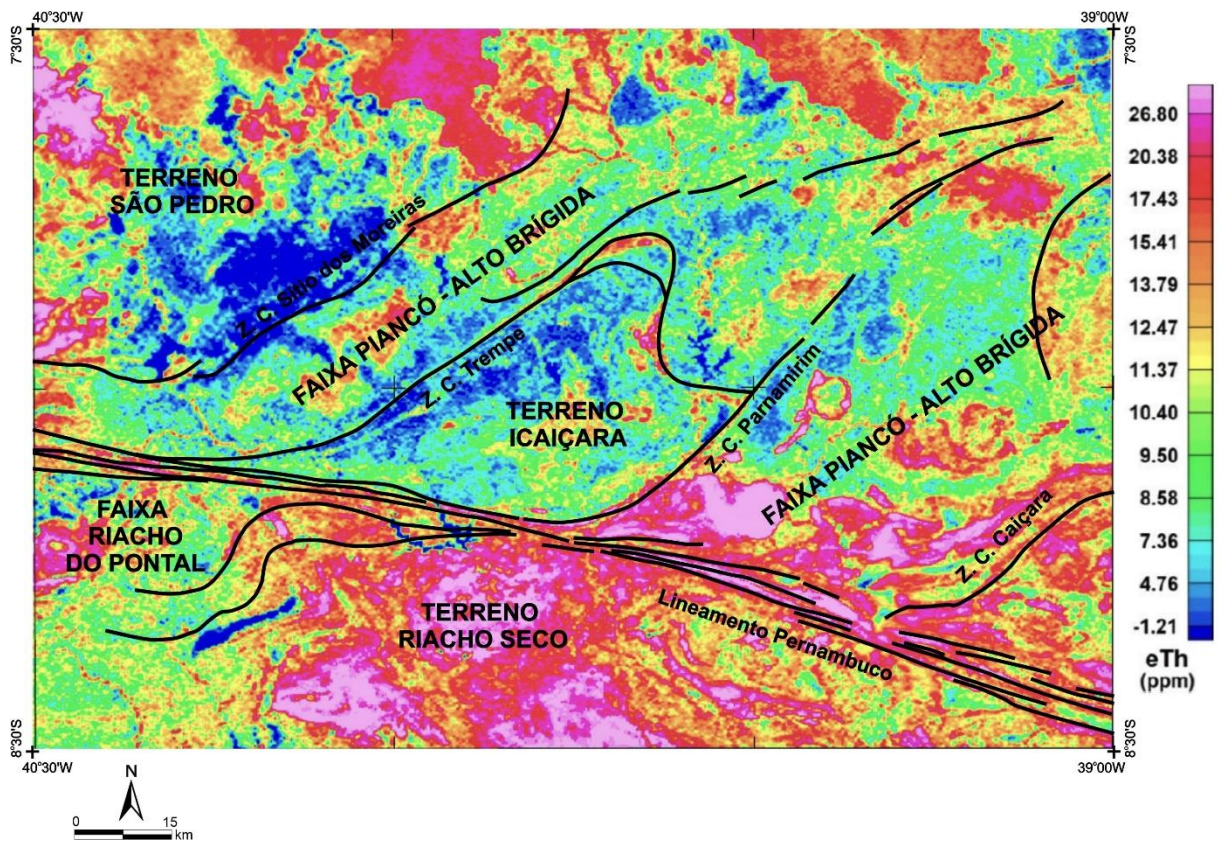
No mapa do canal de potássio (Figura 12), as áreas de alto teor estão em tons de rosa e vermelho, com destaque para as Suítes Intrusivas Serrita, Serrote Branco, Terra Nova, Ouricuri, Icaçara e o granitóide Bodocó, tardias e relacionadas a orogenia Brasileira Pan-Africana. Por outro lado, no interior do FIC, as áreas que apresentam maior percentual de Potássio são relativas à presença de lentes sintectônicas de *augen*-gnaisses da Suíte Intrusiva Icaçara, enquanto os Complexos Barro e Parnamirim são bem mais empobrecidos neste radio-elemento. Recortes de uma área de 3.000 km<sup>2</sup> com o FIC ao centro destacam os canais de eTh, eU e K (%) (Figura 13), ressaltando as regiões de maior e menor teor destes radio-elementos.

Figura 9 - Mapa radiométrico ternário integrado. Interpretação dos domínios geotectônicos a partir dos limites obtidos pela análise das estruturas e compartimentos geofísicos.



Fonte: O autor (2022).

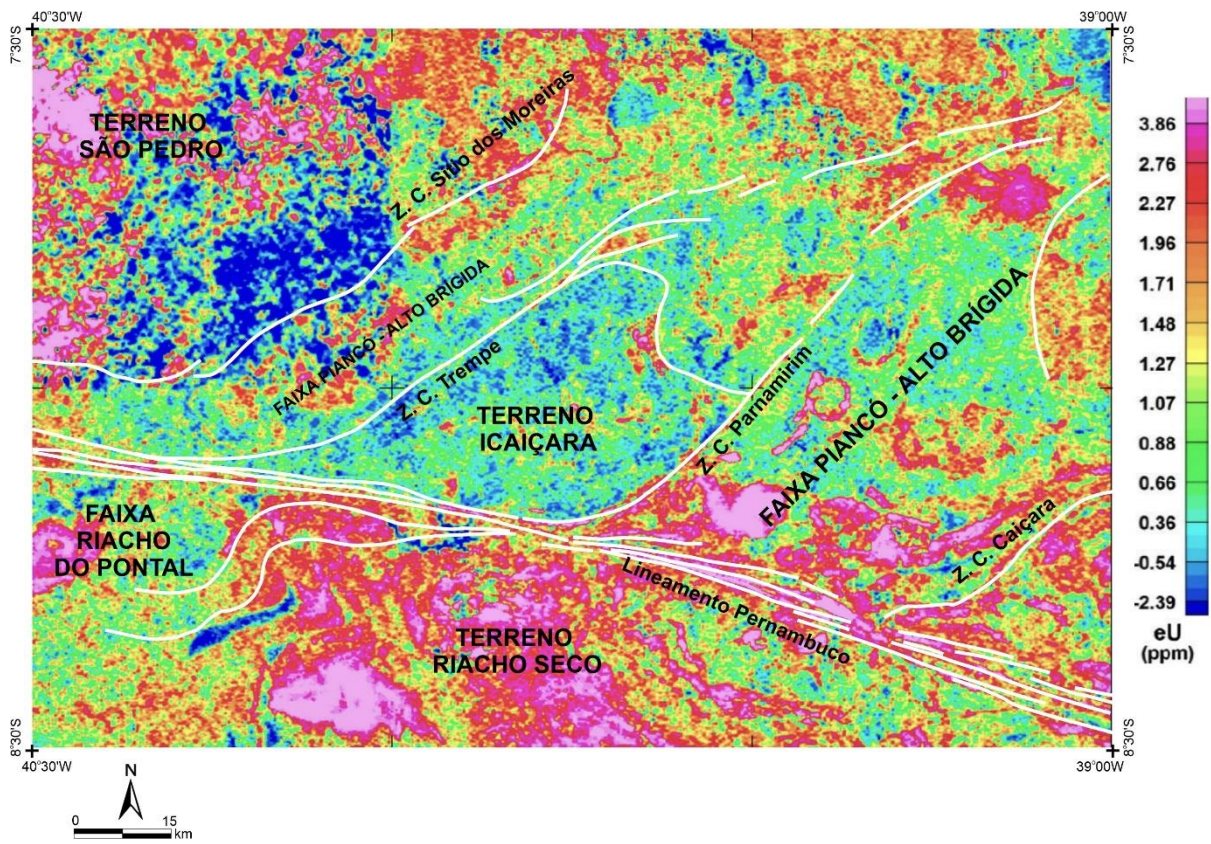
Figura 10 - Canal Equivalente Tório, em que o Complexo Barro é ressaltado pelo alto teor de Tório no centro do FIC.



Fonte: O autor (2022).

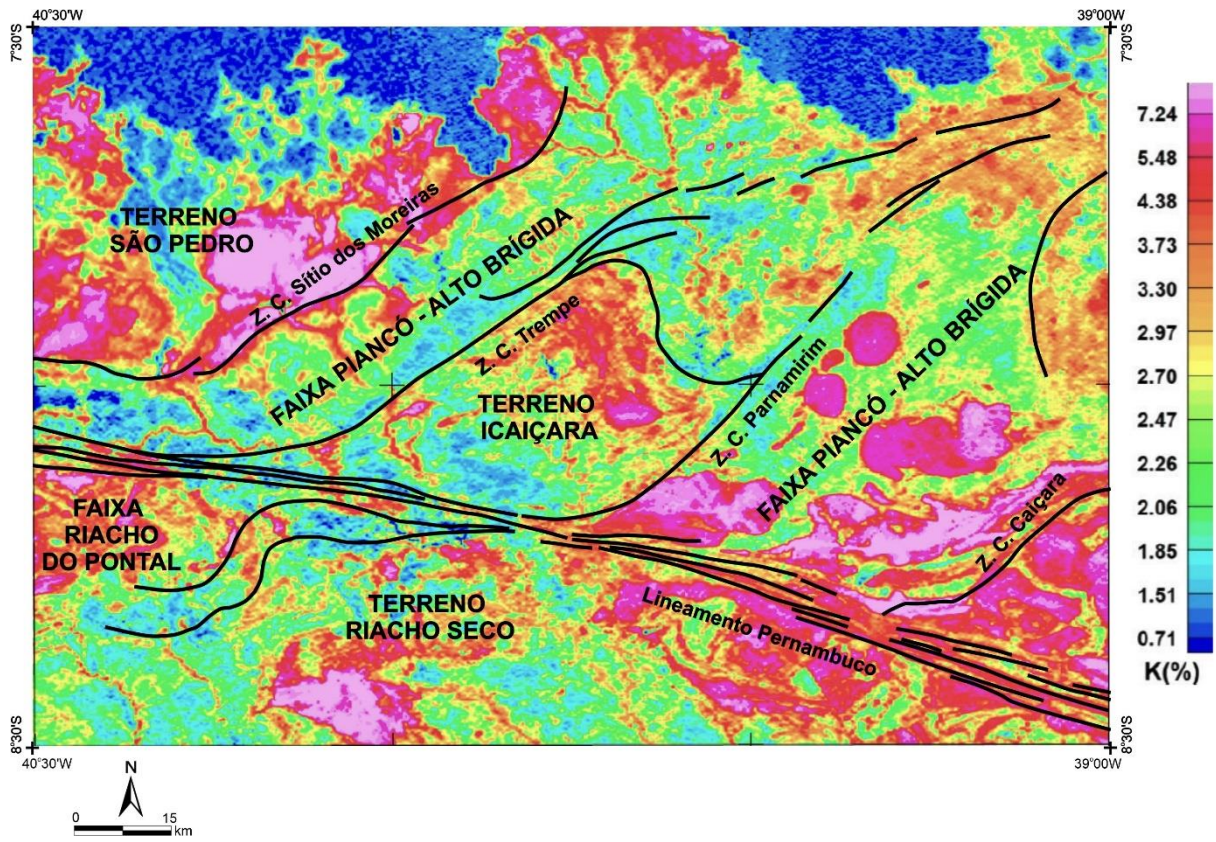


Figura 11 - Canal Equivalente Urânio, no qual as zonas de cisalhamento regionais são ressaltadas pelo alto U.



Fonte: O autor (2022).

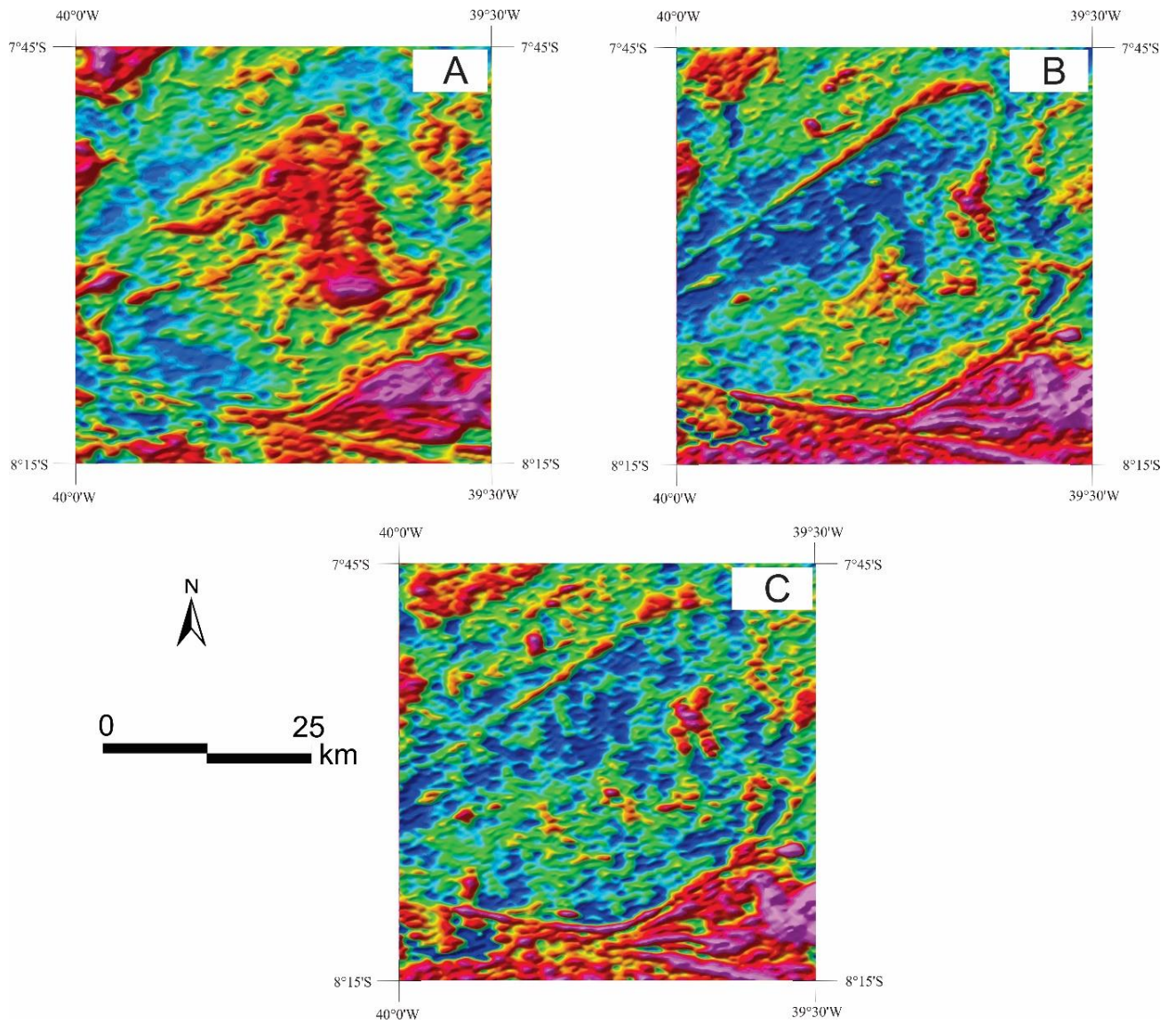
Figura 12 - Canal de Potássio, cujas regiões de maior teor denotam granitogênese brasileira e a Suíte Icaíçara ao centro do FIC.



Fonte: O autor (2022).



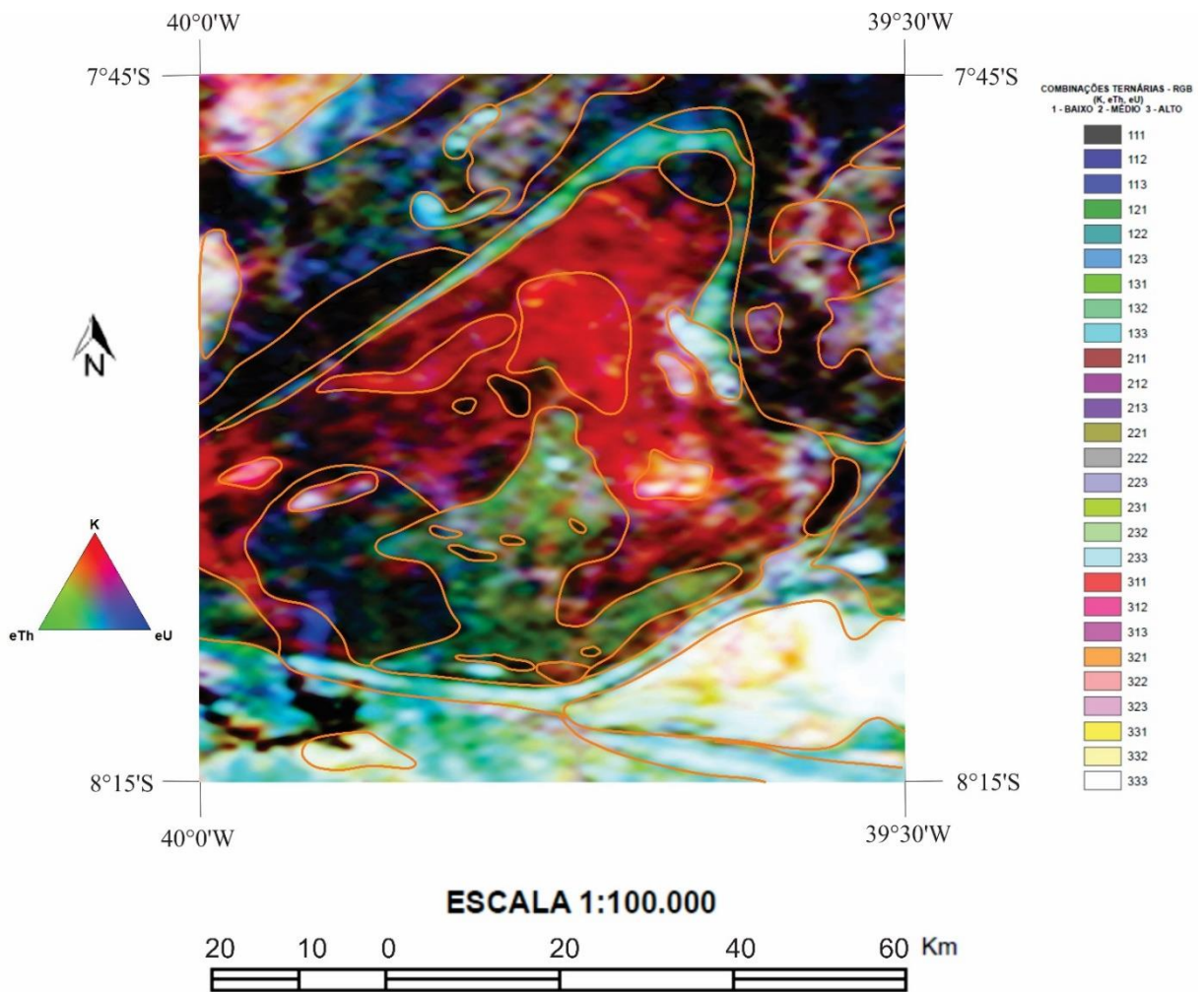
Figura 13 - Mapa dos canais de Potássio (A), Tório (B) e Urânio (C), com zoom para o FIC ao centro, numa área de 3000 km<sup>2</sup>.



Fonte: O autor (2022).



Figura 14 - Interpretação em laranja dos domínios geofísicos feitos de acordo com o mapa ternário, na região de detalhe para o Icaíçara.



Fonte: O autor (2022).

### 3.1.2 Magnetometria

A interpretação visual dos principais lineamentos magnéticos a nível regional foi feita a partir das anomalias magnéticas dos produtos campo magnético total (Figura 15), reduzido ao pólo (Figura 16), primeira derivada vertical da anomalia do campo magnético (Figura 18) e amplitude do sinal analítico (Figura 17). Esta última imagem mostra fortes anomalias magnéticas nas áreas centro-sul, além dos limites oeste, norte e leste relativas às zonas de cisalhamento. Em todos os produtos, a orientação preferencial dos lineamentos geofísicos de primeira ordem tem direções preferenciais NE-SW e WNW-ESE. Estes extensivos lineamentos NE-SW são na maioria das vezes associados com fortes contrastes magnéticos, enquanto sutis

lineamentos discordantes podem cortar ou truncar o *trend* de direção principal, sendo provavelmente correlacionáveis com estruturas rúpteis.

No mapa de anomalia do campo magnético total (Figura 16), existe um importante dipolo associado ao Lineamento Pernambuco (LPE), em que as rochas magnéticas continuam a norte dele, presentes na porção extremo SW do FIC. A sul do LPE as rochas magnéticas e densas representam uma unidade de idade Arqueana, que é o Complexo Entremontes (Terreno Riacho Seco no PEAL), considerado hoje como uma parte descratonizada e transportada tectonicamente do cráton São Francisco (Ganade et al. 2019), continuando provavelmente no Terreno Alto Moxotó num processo de transpressão por mais de 200 km. À esquerda do FIC, temos a ocorrência de magnetita-filitos do Grupo Cachoeirinha (Formação Santana dos Garrotes) dentro da *flysch* Ouricuri-Bodocó de Brito Neves et al., (2018), numa assinatura rosada com valores de 102 a 146 nT.

Nos contrastes de anomalias magnéticas reduzidas ao pólo (Figura 15) constatou-se abaixo do Lineamento Pernambuco: a) a Faixa Riacho do Pontal num processo de *nappes* com empurrão de W-NW para E-SE e os retroeclogitos da Formação Barra Bonita descritos por Brito (2018); b) contraste do Terreno Riacho Seco de alto magnético em relação às demais porções do Superterreno Pernambuco-Alagoas (PEAL); c) o contraste dos Terrenos São Pedro e Icaçara, com a Faixa Piancó Alto-Brígida entre eles.

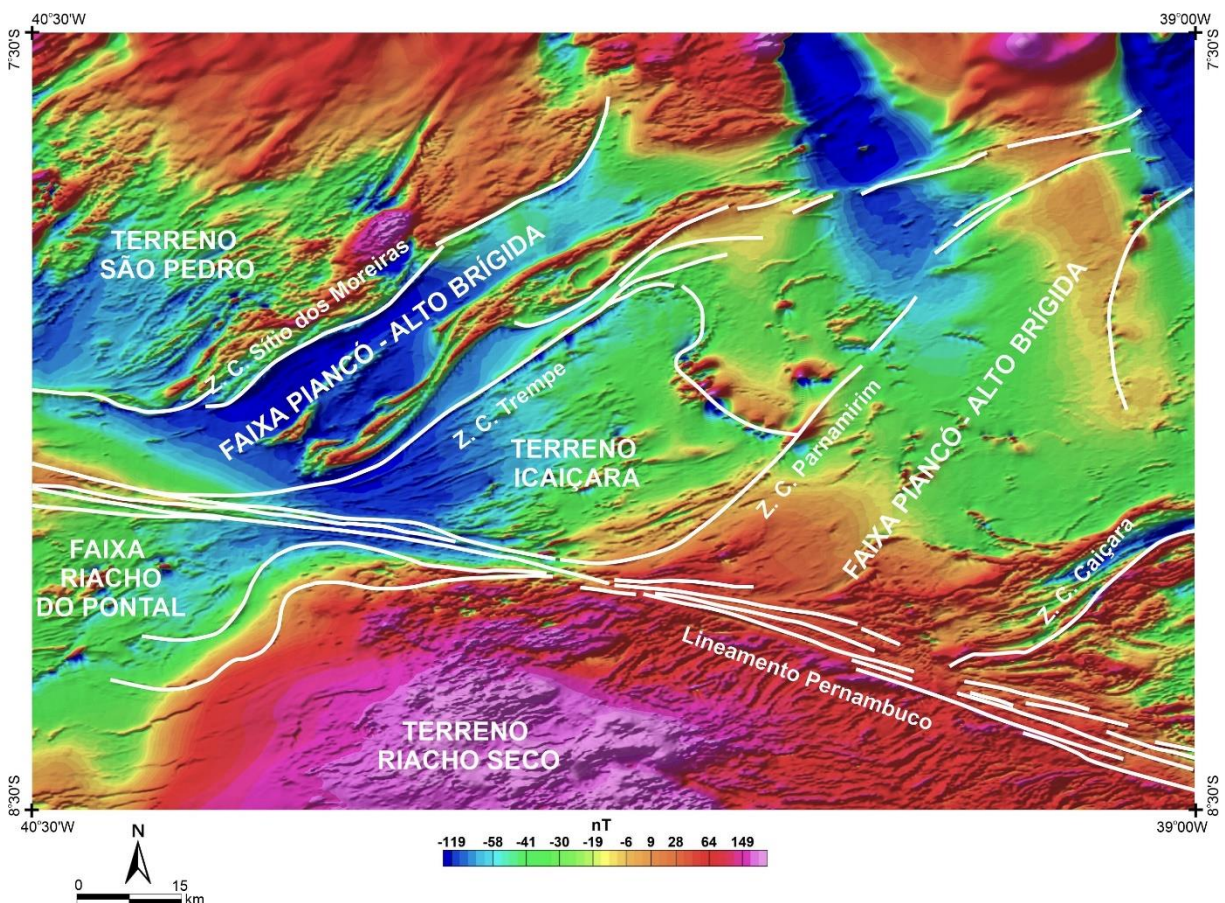
Regiões com cores rosa-avermelhadas de alto magnético (Figura 17) são relativas a granitos/gnaisses com magnetita, minérios de Cr-Fe-Ti-V, Formações Ferríferas Bandadas neoproterozoicas do Complexo Salgueiro e Grupo Cachoeirinha, bem como os lineamentos geofísicos relacionados a grandes zonas de cisalhamento, como Riacho dos Bezerros-Parnamirim, Trempe, Lineamento Pernambuco e Sítio dos Moreiras (esta última dividindo o Terreno São Pedro da Faixa Piancó-Alto Brígida).

As anomalias de alto magnético (Figura 17) nas bordas NE e NW do FIC correspondem aos depósitos de Cr-Fe-Ti-V da Suíte Intrusiva Fazenda Esperança, na forma de ilmenomagnetititos associados com cromoespinélios. Essa associação metalogenética é típica de zonas de sutura ou sequências ofiolíticas (Horikawa, 1979; Beurlen et al., 1992). As anomalias do interior do FIC podem estar

relacionadas aos ortognaisses magnéticos do Complexo Parnamirim, como também corpos mais lenticulares a globulares de rochas máficas-ultramáficas da Suíte Vale das Pedras intrusivas no Complexo Barro, e relacionadas ao ciclo Cariris-Velhos. Fez-se uma interpretação (Figura 19) dos Alinhamentos Magnéticos a partir da 1ª Derivada Vertical (Figura 18) na forma de zonas de cisalhamento (em vermelho), traços de superfície S da foliação tectônica (em azul) e alinhamentos rúpteis ou diques (em verde).

A interpretação dos lineamentos magnéticos também foi feita em escala de detalhe para o FIC (Figura 20), numa área de 3000 km<sup>2</sup> relativa à metade de baixo da folha Bodocó e à metade de cima da Folha Parnamirim

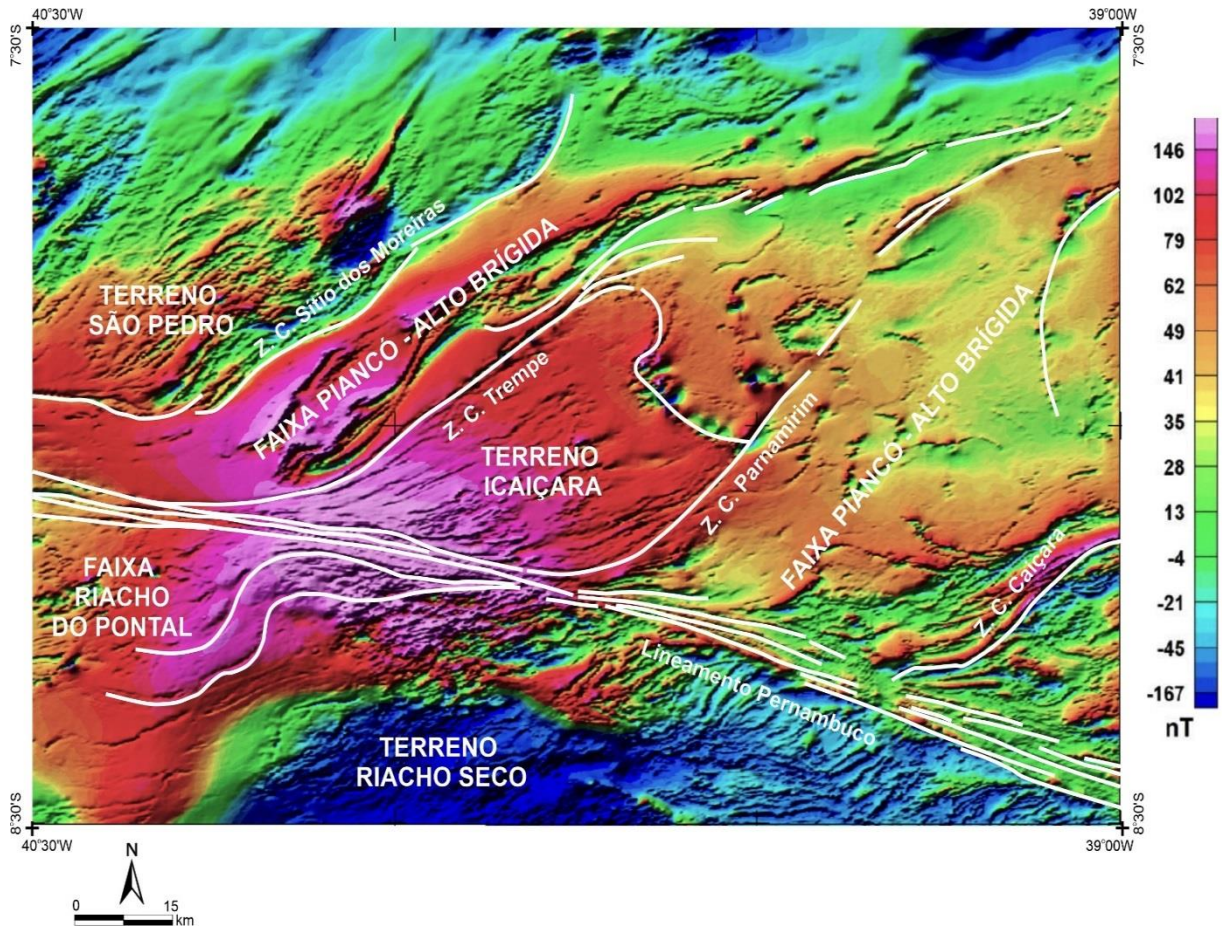
Figura 15 - Anomalias magnéticas reduzidas ao pólo, com os principais domínios geotectônicos e os limites dados pelas zonas de cisalhamento.



Fonte: O autor (2022).

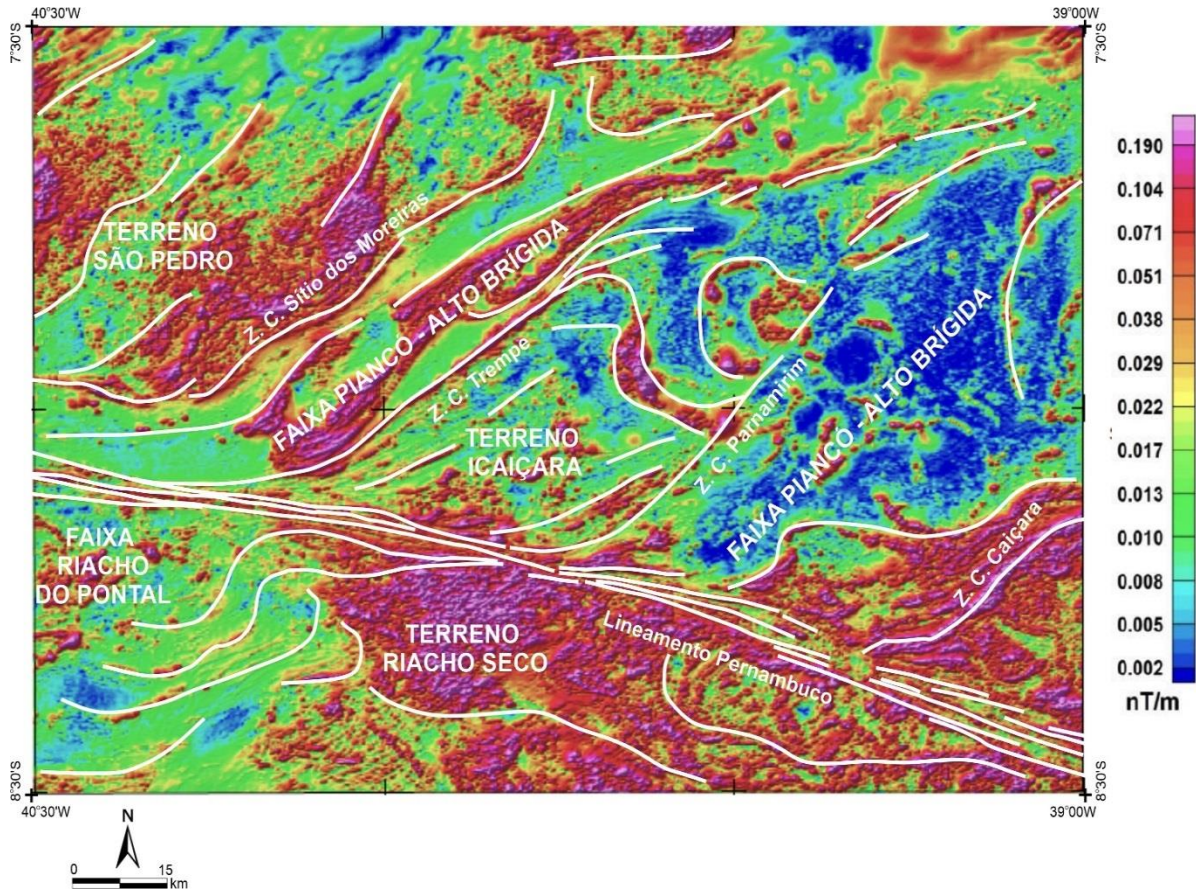


Figura 16 - Mapa aeromagnético do Campo Magnético Total.



Fonte: O autor (2022).

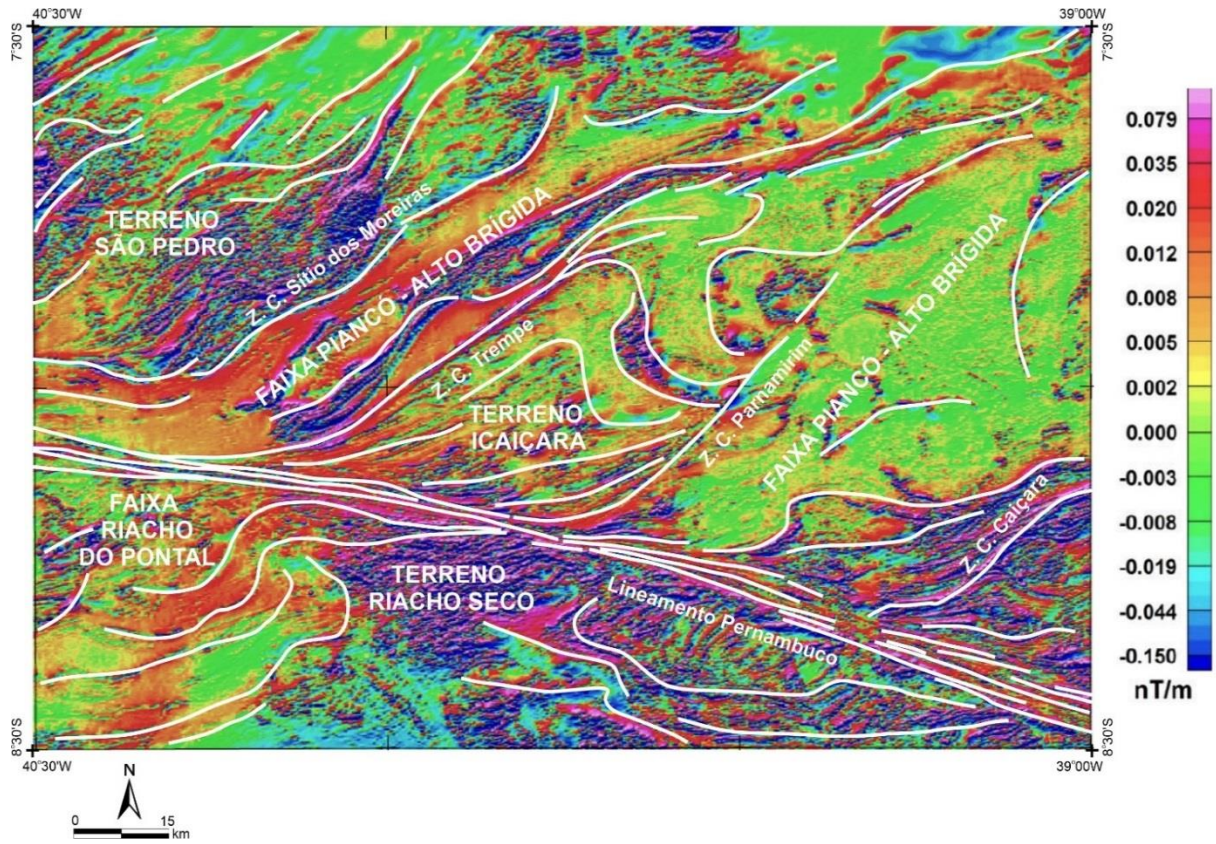
Figura 17 - Mapa aeromagnético da Amplitude do Sinal Analítico.



Fonte: O autor (2022).

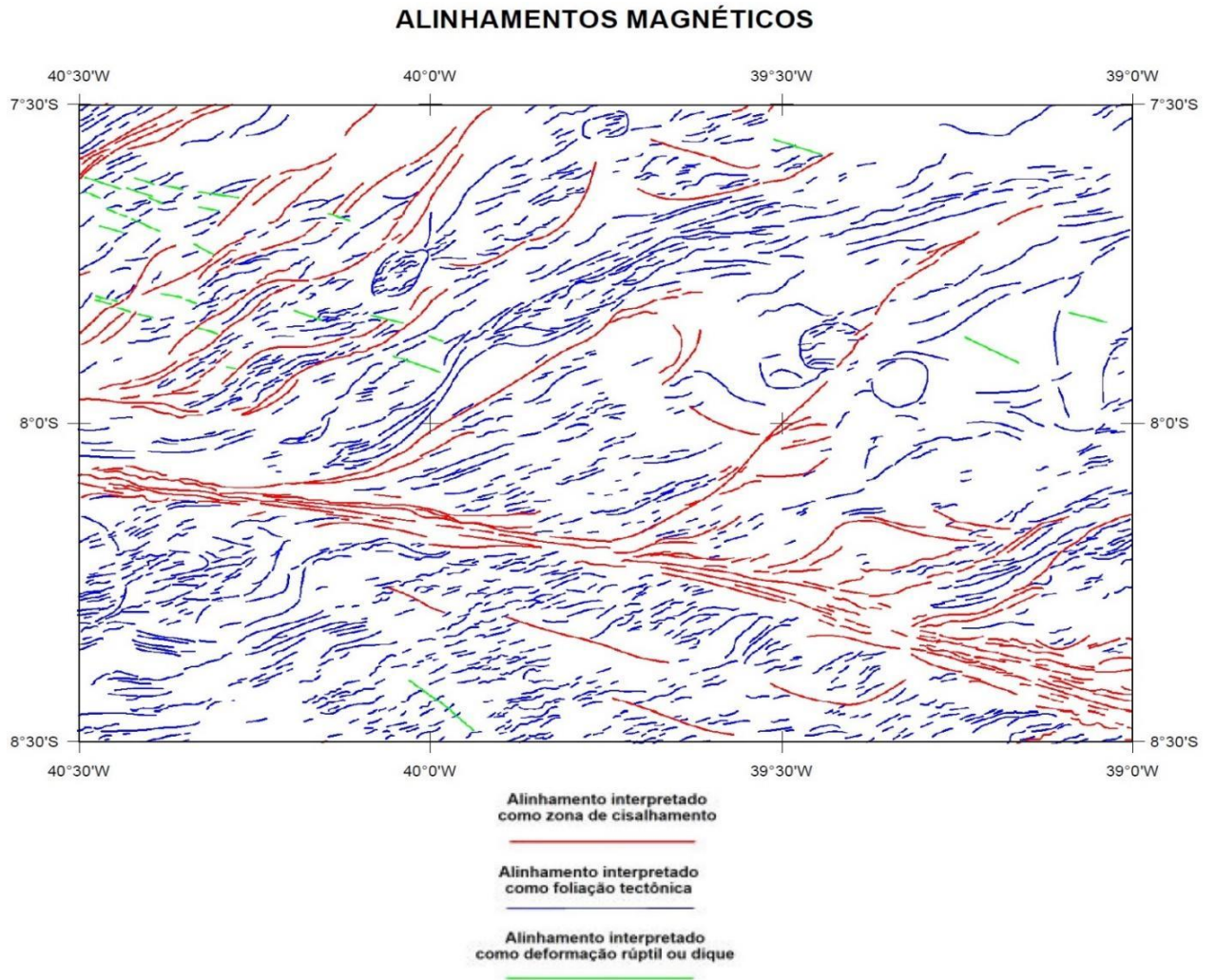


Figura 18 - Mapa da 1ª Derivada Vertical do Campo Magnético Anômalo.



Fonte: O autor (2022).

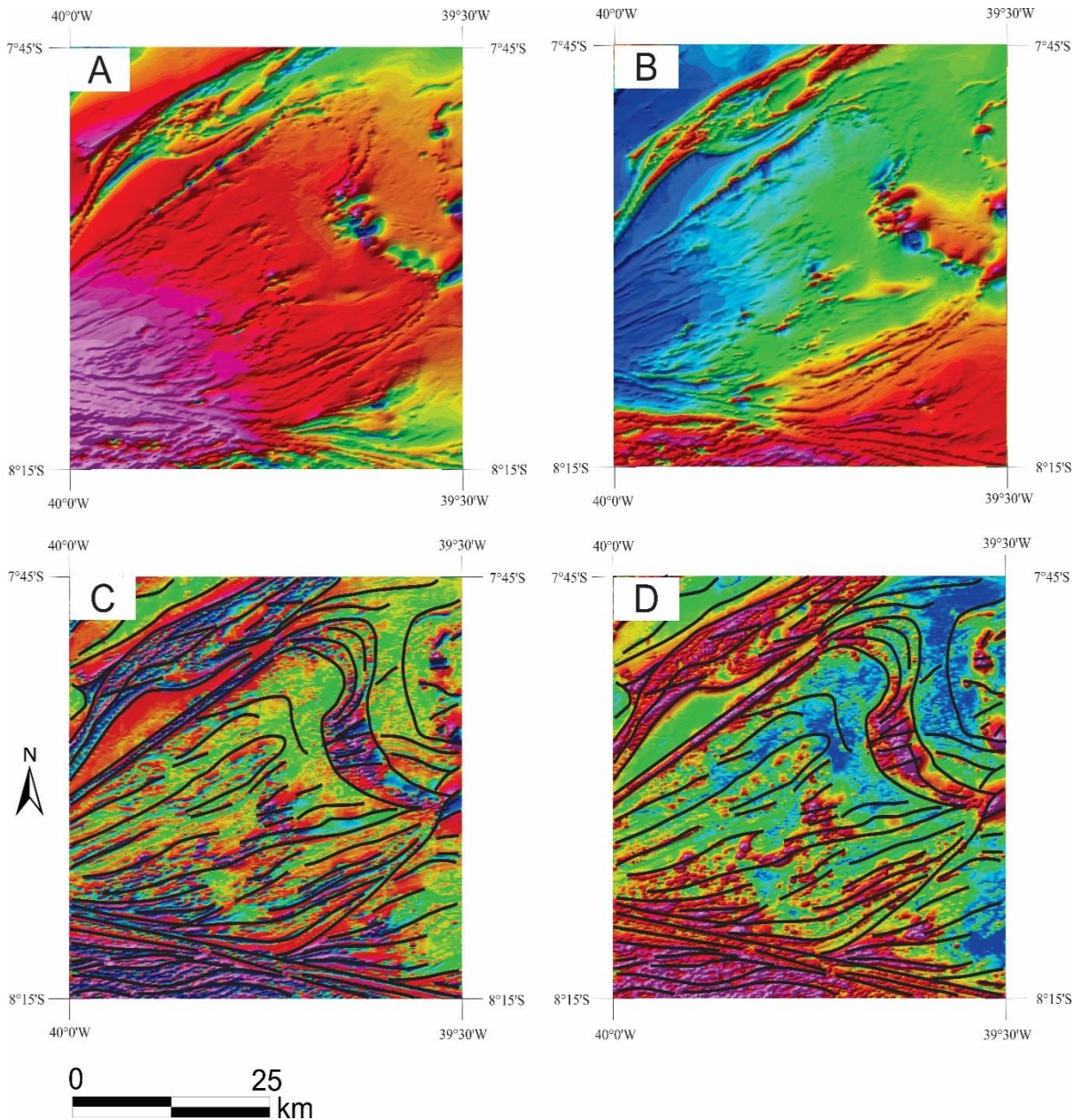
Figura 19 - Interpretação dos Alinhamentos Magnéticos a partir da 1ª Derivada Vertical na forma de zonas de cisalhamento (vermelho), traços de superfície S da foliação tectônica (azul) e alinhamentos rúpteis ou diques (verde).



Fonte: Extraído de Silva et al. (2017).



Figura 20 - Mapa do campo magnético anômalo (A) e do magnético reduzido ao pólo (B) na área de detalhe do FIC. Interpretação dos lineamentos magnéticos da primeira derivada vertical (C) e da amplitude de sinal analítico (D).



Fonte: O autor (2022).

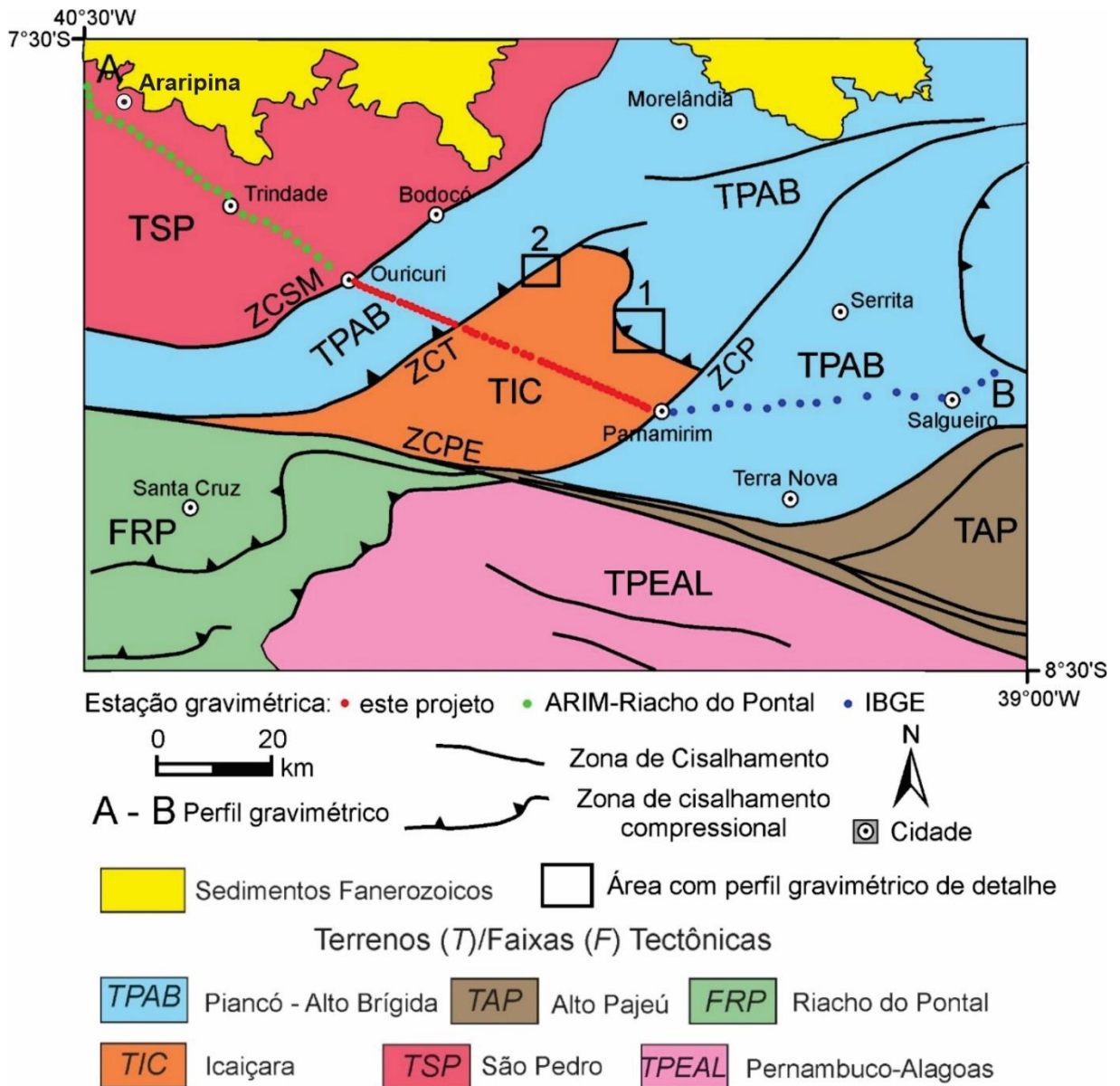
### 3.1.3 Gravimetria

Com o objetivo de modelar a crosta continental correspondente ao Terreno Icaçara, foram realizados três perfis gravimétricos terrestres (Figura 22). Primariamente foi realizado um perfil gravimétrico regional limitado pelos municípios



de Araripina e Salgueiro, seguido de dois perfis de maior detalhe cobrindo especificamente as bordas noroeste e leste do Terreno Icaíçara (Figura 21).

Figura 21 - Mapa tectônico simplificado da área de estudo exibindo a orientação dos perfis gravimétricos i) regional (A-B) e ii) de detalhe (1 e 2- quadrados abertos no interior da figura).

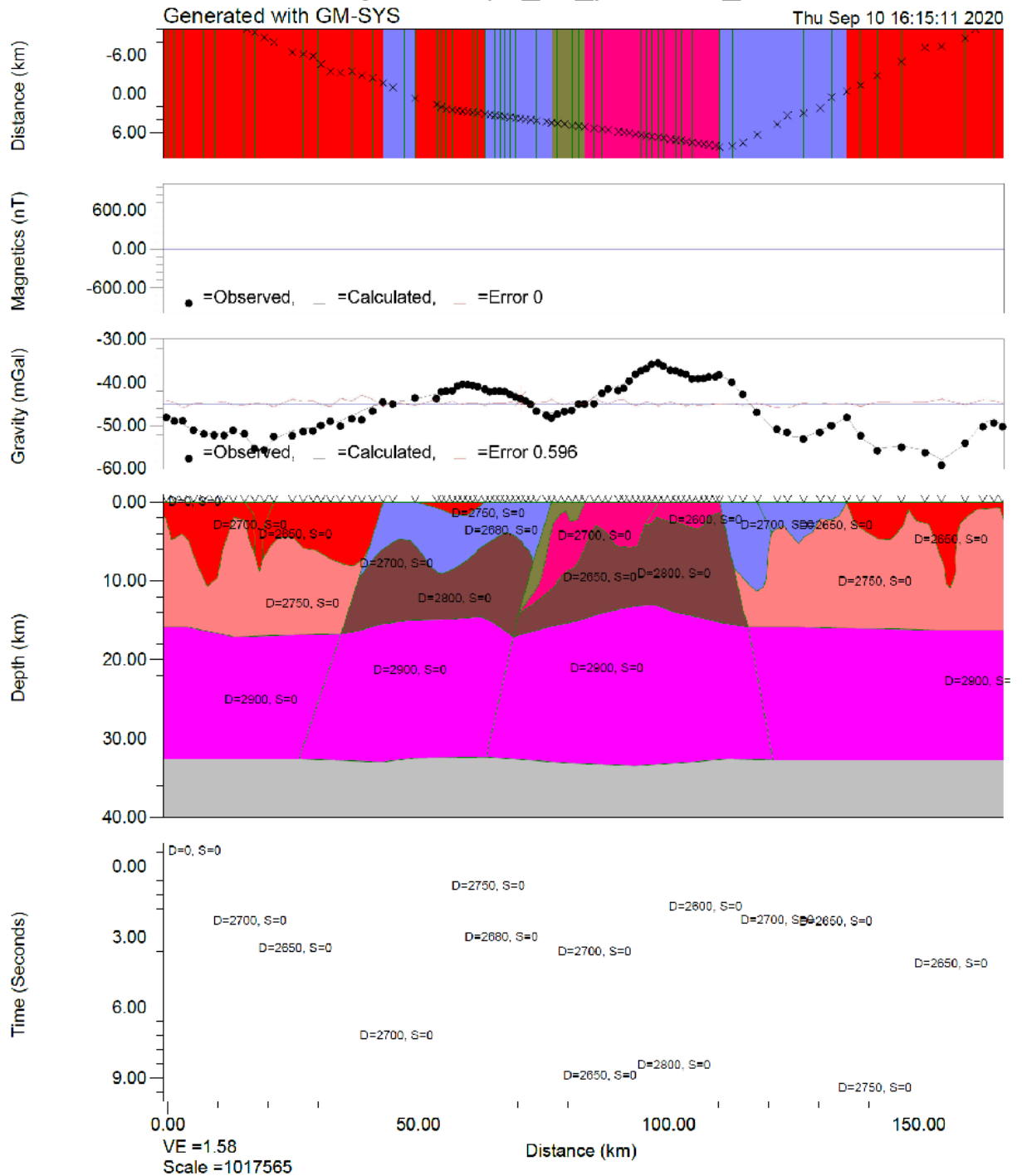


Fonte: O autor (2022).

### 3.1.3.1 Perfil Gravimétrico Regional realizado entre as cidades de Araripina e Salgueiro (~150 km)

No modelamento do perfil gravimétrico regional (Figura 22), o bloco mais denso na região central do modelo é o núcleo profundo do Icaicara, com repercussão até o limite crosta/manto num processo de espessamento da crosta continental e soerguimento do embasamento. A espessura do manto litosférico até a crosta superior chega a ~32 km, e na faixa de 14 a 16 km há uma ascensão forte com expressão ligeira no manto, porque há nessa crosta intermediária em torno de 15 km o contraste das rochas mais densas de 2,9 pra 2,7 g/cm<sup>3</sup>. A parte verde envolve rochas do Complexo Parnamirim com *boudins* de lentes de rochas máficas-ultramáficas retroeclogíticas mineralizadas relativa à provável crosta oceânica obductada. Percebe-se também que as faixas neoproterozoicas da esquerda (Ouricuri-Bodocó) e da direita (Parnamirim-Verdejante) possuem valores de densidade similares, a exceção do alto gravimétrico associado aos filitos com magnetitas (possíveis metavulcânicas do Grupo Cachoeirinha). Por fim, a feição geológica resultante do modelamento gravimétrico sugere que o FIC pode ter sido formado por um importante processo de domeamento com expressão até o manto ou base da crosta continental.

Figura 22 - Modelagem do perfil gravimétrico feito entre as cidades de Araripina e Salgueiro, com cerca de 150 km de comprimento, chegando a profundidades crustais de mais de 30 km. As cores na figura representam os diferentes valores de densidade observados para os dados obtidos na distância (em km) e no tempo (em segundos).



Fonte: O autor (2022).

### 3.1.3.2 Perfil Gravimétrico de Detalhe 1

Este perfil foi escolhido em função da ocorrência de granada-anfibolitos (possíveis retroeclogitos) inéditos no ponto AL-64, borda direita do TIC nas imediações da Serra do Estanque, cujas rochas encaixantes são ultramáficas mineralizadas e já alvos de sondagem pela Nexa-Votorantim. Nesta região estão associadas várias anomalias de alto magnético no mapa de sinal analítico (Figura 23 A, gradiente total) num trecho N-S de 7 km pegando desde as supracrustais do Complexo Salgueiro (Figura 23 B) até o embasamento paleoproterozoico. Foram feitas 30 estações que tiveram espaçamento de 200 m entre si.

A Modelagem Conjunta Magnetométrica-Gravimétrica (Figura 24) para o Perfil 1 indica que as estruturas de foliação estão horizontalizadas entre 2 a 4 km, e verticalizadas entre 0 e 2 km. As rochas mais magnéticas (até 200 nT) coincidem com as rochas mais densas ( $\rho = 2850$  a  $3050 \text{ kg/m}^3$ ) pertencentes à Suíte Fazenda Esperança. Na parte norte estão as supracrustais do Complexo Salgueiro ( $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$ ) e na parte sul ocorrem os ortognaisses do Complexo Parnamirim ( $\rho = 2750 \text{ kg/m}^3$ ). Valores de densidade da ordem de  $2650 \text{ kg/m}^3$  podem ser atribuídos tanto a granitos tardios brasileiros quanto a augen-gnaisses da Suíte Icaçara. Supracrustais no “channel flow” com  $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$  podem estar relacionadas ao Complexo Barro na parte superior da crosta exumada, cujo transporte tectônico é para Sul-Sudoeste.

Figura 23 - Recorte do mapa de sinal analítico (A) e da composição ternária (B) para o Perfil 1.

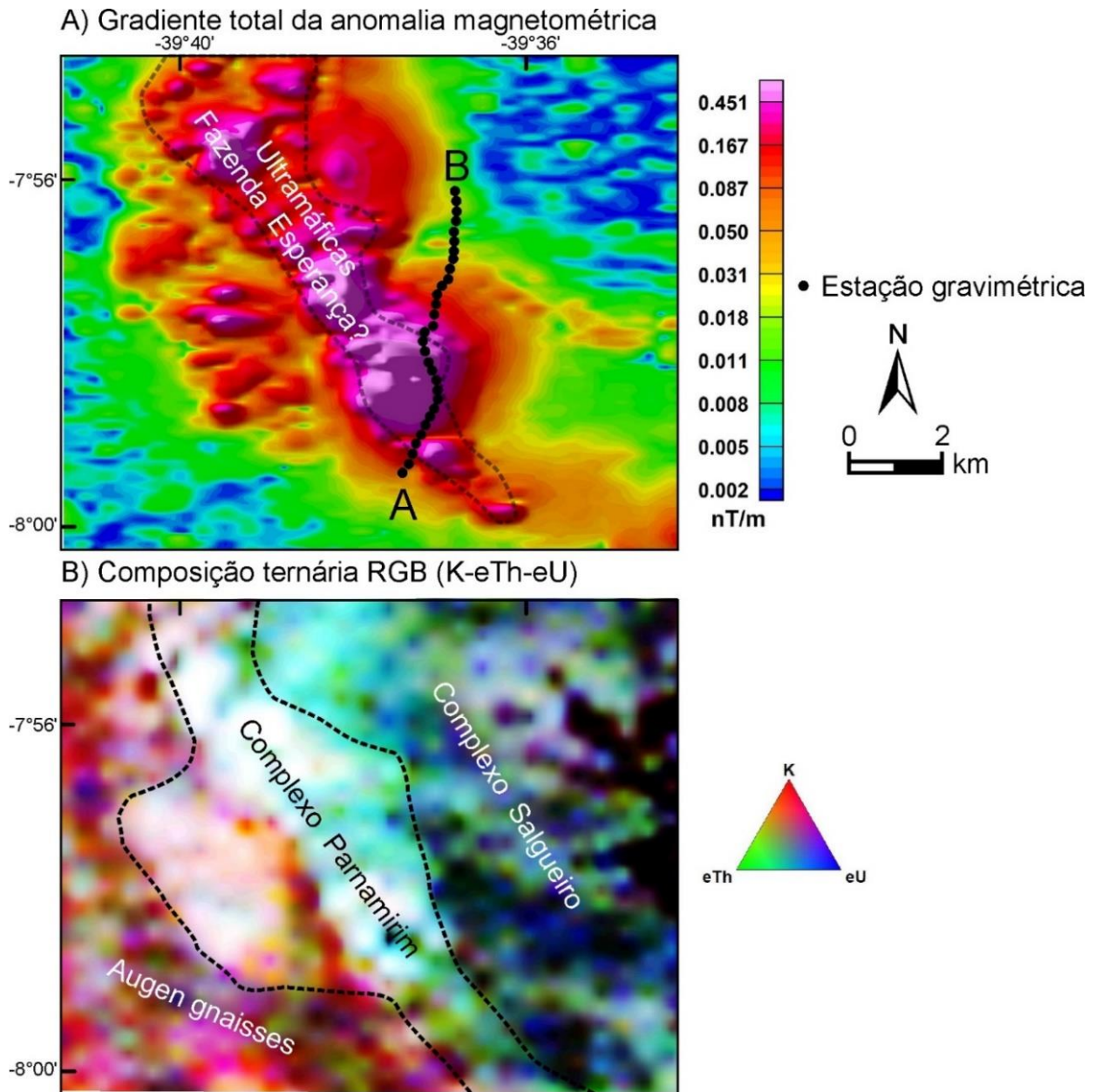
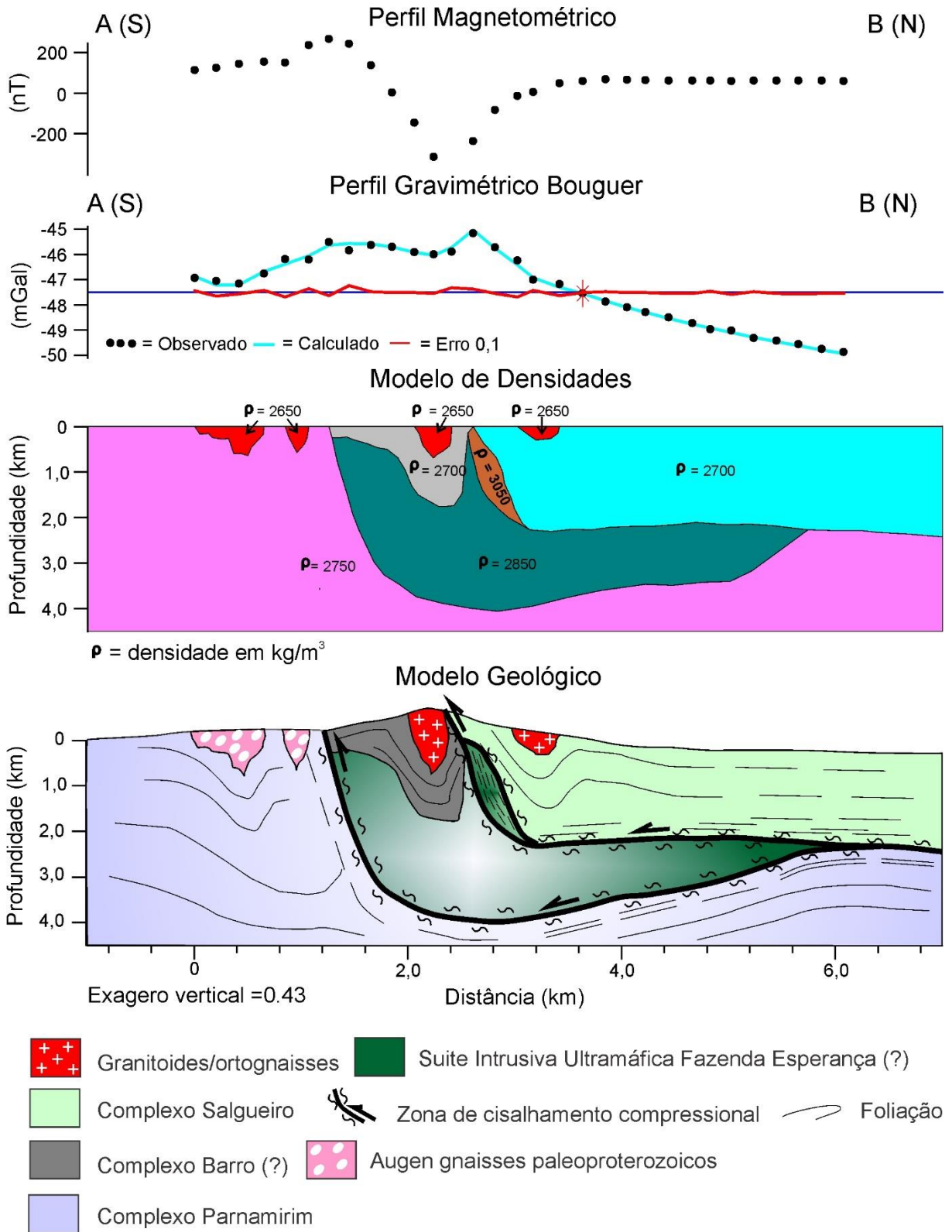


Figura 24 - Modelagem Conjunta para o Perfil 1.



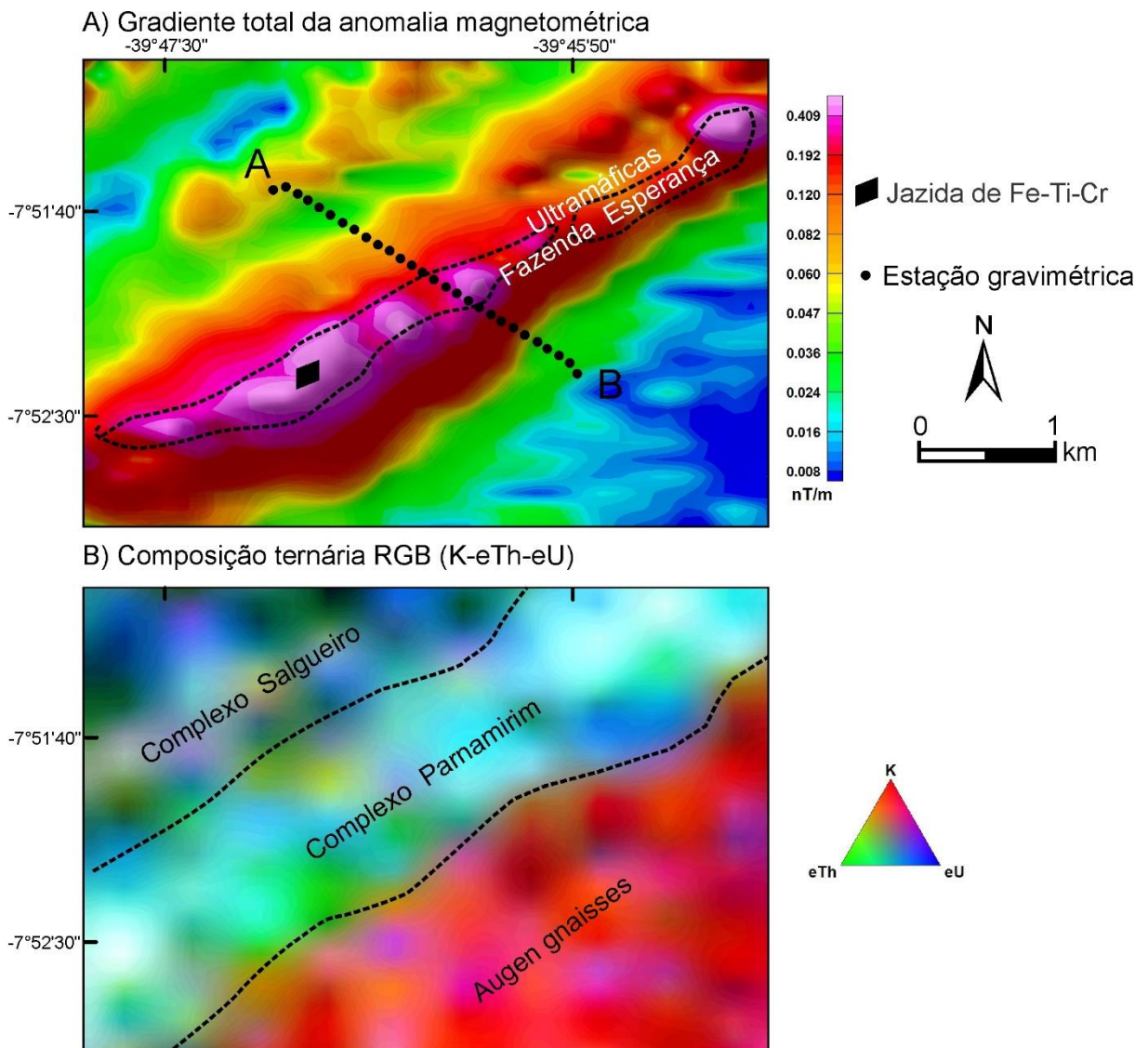
Fonte: O autor (2022).



### 3.1.3.3 Perfil Gravimétrico de Detalhe 2

Com base nos trabalhos de detalhe de Beurlen et al. (1992) e Horikawa (1979) escolheu-se uma estrada reta de 3 km nas proximidades da Lagoa das Braúnas, área-tipo dos cromititos maciços e podiformes da Suíte Fazenda Esperança. Nesta região estão associadas várias anomalias de alto magnético num trend NE-SW ao longo da ZC Trempe (Figura 25 A). Foram feitas 28 estações que tiveram espaçamento de 100 m entre si, focando na relação intrusiva e tectônica das lentes de ultramáficas em meio aos gnaisses ricos em Th do Complexo Parnamirim (Figura 25 B) verticalizados ao longo da zona de sutura.

Figura 25 - Recorte do mapa de sinal analítico (A) e composição ternária (B) para o Perfil 2.

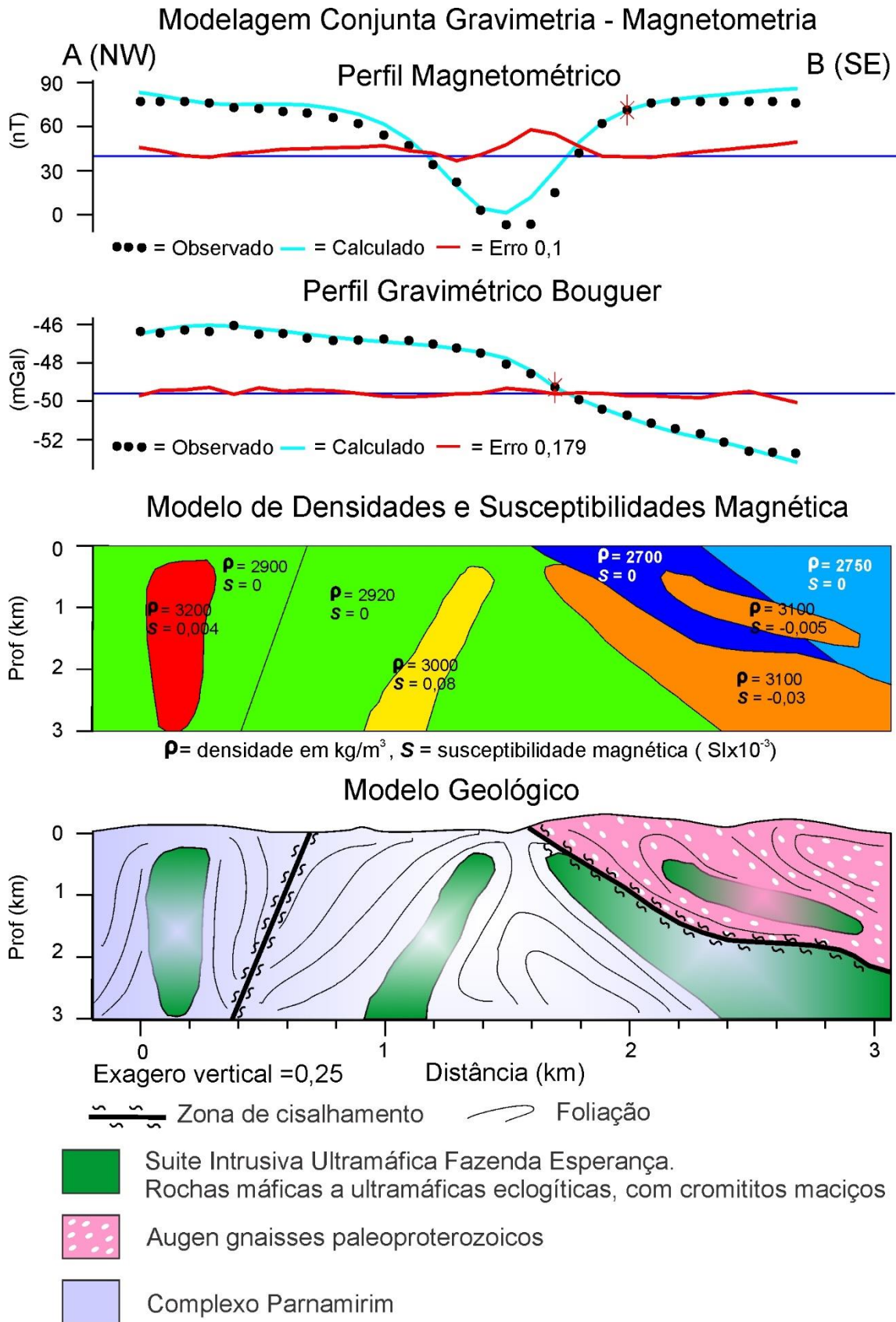


Fonte: O autor (2022).

A Modelagem Conjunta Gravimetria-Magnetometria (Figura 26) para o Perfil 2 indica que as estruturas de foliação estão com mergulhos médios a altos e bem dobradas, mas as zonas de cisalhamento tendem a ser lítricas na base e verticais no topo. As rochas mais magnéticas ( $S = -0,03$  a  $0,08 \text{ SI} \times 10^{-3}$ ) coincidem com as rochas mais densas ( $\rho = 3000$  a  $3200 \text{ kg/m}^3$ ) pertencentes à Suíte Fazenda Esperança. Na parte NW não se observou dados do Complexo Salgueiro, apenas dos ortognaisses do Complexo Parnamirim ( $S = 0 \text{ SI} \times 10^{-3}$  e  $\rho = 2920 \text{ kg/m}^3$ ). Valores de densidade da ordem de  $2700\text{-}2750 \text{ kg/m}^3$  são de rochas não-magnéticas ( $S = 0 \text{ SI} \times 10^{-3}$ ) que correspondem aos *augen* gnaisses da Suíte Icaçara.



Figura 26 - Modelagem Conjunta para o Perfil Gravimétrico de Detalhe 2.



Fonte: O autor (2022).

### 3.2. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Trabalhos anteriores a nível regional no **TIC** trataram do arcabouço regional da porção oeste do estado de Pernambuco, como por exemplo a proposta apresentada por Angelim e Kosin (2001). Entretanto o complexo padrão estrutural deste bloco ainda não foi devidamente explorado. Ressalta-se que a área que cobre o TIC foi mapeada nas escalas de 1:250.000 (Santos et al., 2021) e 1:100.000 (Pereira et al., 2020, Folha Bodocó). Muitas informações também foram compiladas a partir da Folha Parnamirim em escala 1:100.000 (Cruz e Marinho, 2013). Estes três projetos foram conduzidos pela CPRM entre os anos de 2010 e 2021, buscando integrar 6 folhas regionais, donde o **TIC** corresponde a unidade central desses mapas.

Durante diversas etapas de campo, foram tomadas medidas de estruturas planares e lineares representativas ao longo de perfis NE-SW, N-S e E-W, cobrindo tanto estruturas de bordas/limites, tanto quanto estruturas internas do terreno. Buscando maior didatismo na apresentação dos dados, foram hierarquizadas fases de deformação (Tabela 2), levando-se em conta fatores como estruturas pretéritas, dobramentos e padrões de interferência, atuação de zonas de cisalhamento, e estruturas rúpteis como falhas e fraturas. Ressalta-se que estas fases, não necessariamente representam eventos tectono-deformacionais distintos, podendo representar ainda registros de deformação progressiva. A descrição em fases é aqui apresentada fundamentalmente por sua simplicidade pedagógica, necessitando, entretanto de estudos posteriores de mais detalhe quanto à descrição geométrica das estruturas.

Foi utilizado o software OpenStereo (Rede de Schmidt-Lambert, hemisfério inferior) para produzir os estereogramas, principal elemento gráfico para a apresentação das medidas, usando tanto dados de afloramentos quanto dados extraídos dos mapas regionais e de detalhe, de modo a se obter maior adensamento e representatividade estatística dos elementos tectônicos estudados. Seguindo o raciocínio exposto, optou-se por agrupar os principais marcadores estruturais nas fases D1, D2 e D3 de reologia dúctil e a última fase D4, essencialmente rúptil ou de transição dúctil-rúptil. As estruturas pré D1, são fortemente obliteradas por eventos de migmatização, sendo de difícil descrição em comparação com as fases subsequentes e, desta forma, não investigadas em função da escala deste trabalho.

Sínteses dos principais marcadores estruturais identificados em cada fase dúctil são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Sumarização das principais características das fases de deformação dúcteis presentes no Terreno Icaíçara.

<b>FASES</b>	<b>FOLIAÇÃO</b>	<b>LINEAÇÃO DE ESTIRAMENTO</b>	<b>CRITÉRIOS</b>
<b>D1</b>	S0//S1 nas supracrustais do Complexo Barro.  Sn no embasamento do Complexo Parnamirim e Suíte Icaíçara.	Lx1 de baixo ângulo a sub-horizontal, afetando minerais como anfibólio, biotita, plagioclásio e k-feldspato.	Foliação contraccional de baixo a médio ângulo, de direção E-W, com mergulho para N-NE e vergência das dobras para S-SW.
<b>D2</b>	S2//S3 nas supracrustais.  Sn+1 no embasamento.	Lx2 de médio a alto ângulo, por vezes paralelizado com Lb2 e Lb3. Afeta minerais como biotita, K-F e quartzo.	Foliação transpressional de médio a alto ângulo, direção N-S e NNE-SSW, com empurrões para W-NW, e retro cavalgamentos para E-SE.
<b>D3</b>	Foliação milonítica Sm nas Zonas de Cisalhamento Limítrofes (Trempe, Parnamirim e Pernambuco).	Lineação Lx3 sub-horizontal, verticalizando ou redobrando eixos de dobras pretéritas. Afeta biotita e quartzo.	Foliação de alto ângulo a subvertical, com transcorrências sinistrais na ZCP e ZCT, e destal no LPE.

Fonte: O autor (2022).

### 3.2.1 Deformação Dúctil

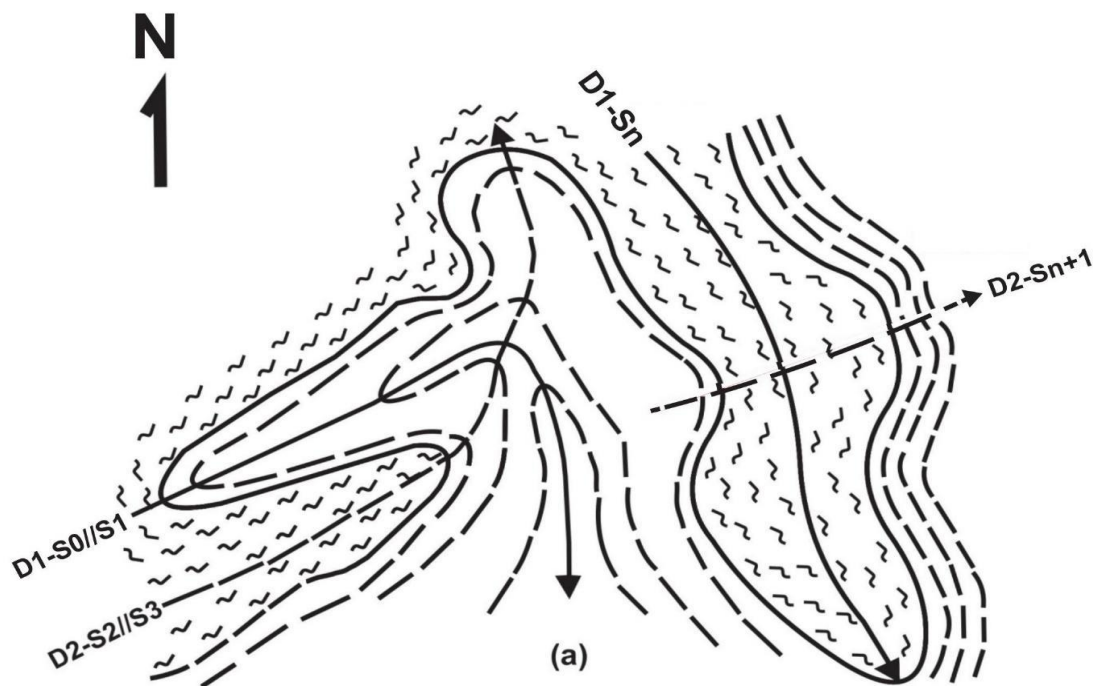
Com base na observação dos tectonitos pós migmatização, é sugerido que a fase D1 é de natureza contraccional. Esta, teria sido responsável por produzir uma foliação de baixo ângulo (0-30°), Sn no embasamento e S0//S1 nas rochas supracrustais, com orientação E-W, e planos caindo para N-S e tendo vergência

tectônica para SSW. A partir dessa análise preliminar, sugere-se que a fase D1 é fortemente dobrada, podendo ter seus marcadores estruturais paralelos aos elementos planares de D2 (Figura 27). Tanto nos *Augen* Gnaisses da Suíte Icaicara quanto nas rochas do Complexo Parnamirim predomina uma foliação  $S_n$  de baixo a médio ângulo (Figura 28), condizente com regiões afastadas das zonas de cisalhamento regionais que bordejam o TIC.

### 3.2.1.1 Fase D1

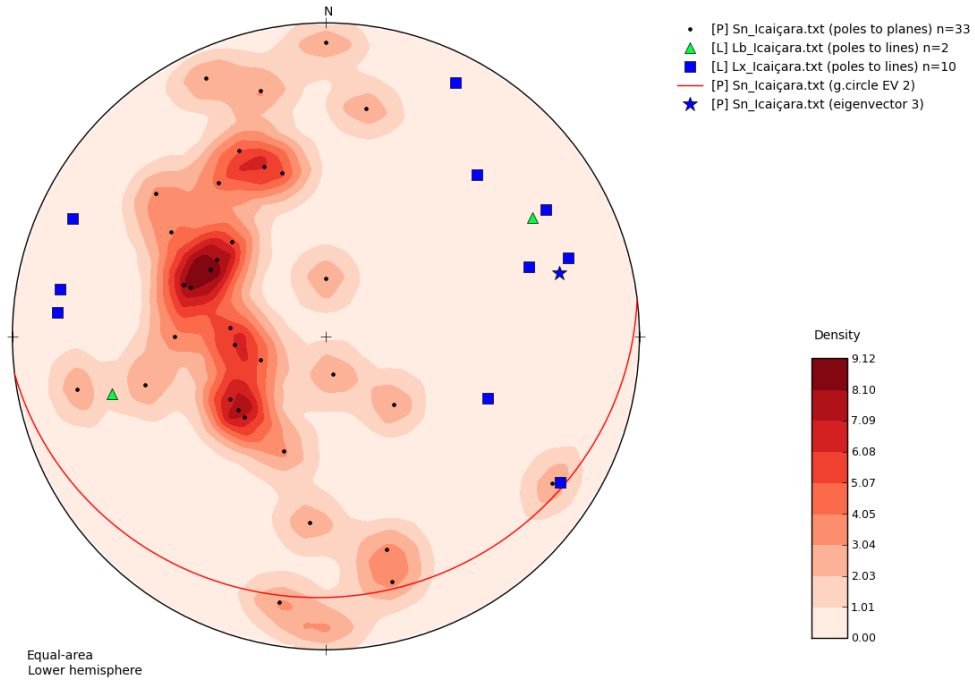
Associada a esta fase, um importante marcador estrutural da morfotectônica do TIC corresponde ao eixo de dobra  $Lb_1$  de direção E-W (Figura 29) que marca a sinforme homoclinal invertida do Complexo Barro (Figura 31). Nesta unidade, as rochas apresentam acamamento  $S_0$  referente à variação composicional, de cor e de granulometria nos quartzitos, mármore e xistos. Esta estratificação  $S_0$  está paralela à recristalização de flogopitas nos mármore, e as dobras intrafoliares da relacionadas a tectônica D1 associadas com plano-axial  $S_1$ , cujos flancos caem para E-SE em escala de mapa.

Figura 27 - Hierarquização das fases de dobramentos D1 e D2 com foliações associadas. D1 produz  $S_n$  e  $S_0/S_1$ , enquanto que D2 gera  $S_{n+1}$  e  $S_2/S_3$ .



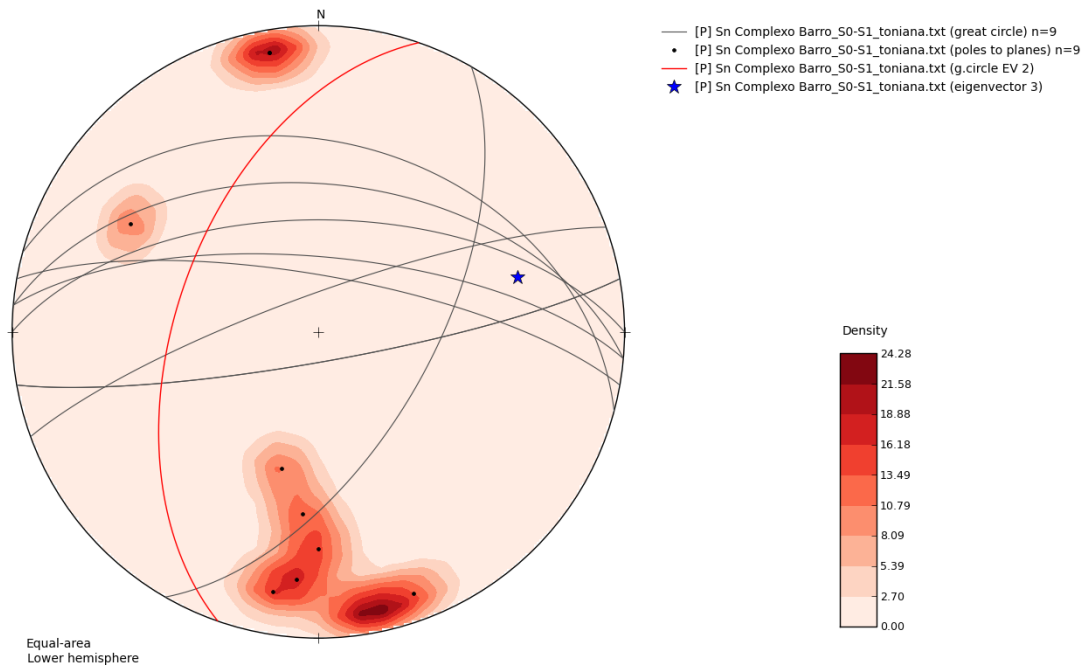
Fonte: O autor (2022).

Figura 28 - Foliação Principal Sn dando uma guirlanda NNW-SSE, com lineação de estiramento Lx de baixo ângulo caindo para NE-SE e WNW, e lineação de eixo de dobra Lb com duplo caimento para NE-W.



Fonte: O autor (2022).

Figura 29 - Foliação S0-S1 do Complexo Barro, planos verticalizados mergulhando para N e S, com eixo caindo para E.



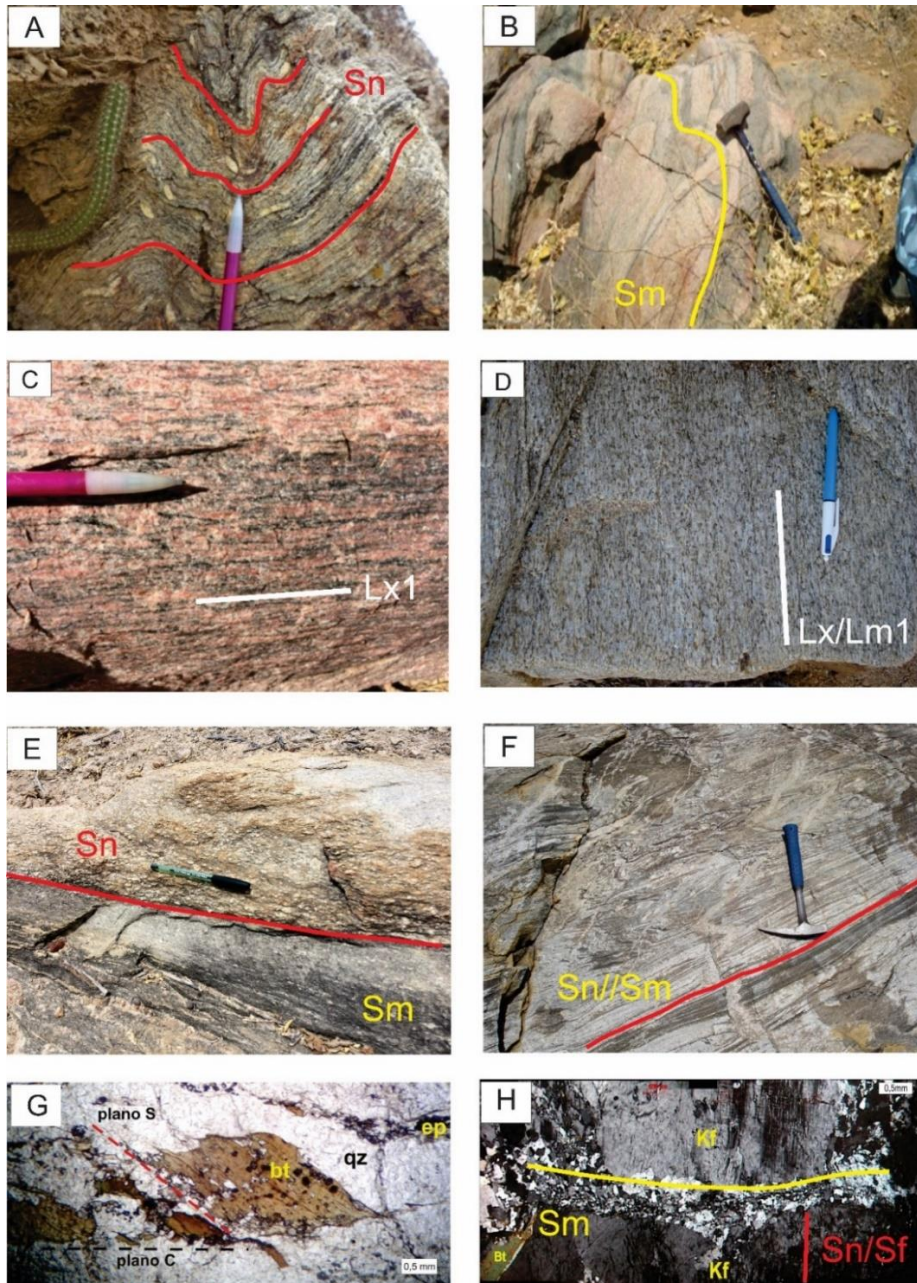
Fonte: O autor (2022).

Internamente, diversas estruturas ocorrem associadas à fase D1. Nos augen gnaisses, a foliação principal por vezes está paralela ao fluxo magmático (Figura 30 H), apresentando estiramento dos porfiroclastos de k-feldspato (Figura 30 A e E), além de concentração de anfibólio e biotita em níveis máficos mais finos. Os clastos de K-F orientados segundo a foliação estão por vezes intercalados com níveis de ultramilonitos (Figura 30 E), em que a transposição pela Sm diminui e recristaliza os grãos de quartzo e feldspato.

Nos ortognaisses sieno- a monzograníticos do Complexo Parnamirim, a foliação milonítica Sm ocorre em zonas de cisalhamento internas do **TIC**, afetando migmatitos com bandamento estromático (Figura 30 B), e está associada com lineação de estiramento mineral Lx1 de baixo ângulo em Tectonitos S-L de gnaisses fitados (Figura 30 C). Nos ortognaisses tonalíticos a dioríticos (Figuras 30 D e F) a foliação Sn é finamente foliada e milonítica, com lineações minerais de biotita paralelas ao estiramento, e cujo caimento da Lx/Lm1, similar ao plano da Sn, indica empurrão frontal (Figura 30 D). Em termos de microtectônica, Peixes de Biotita (“*Mica Fish*”) indicam estruturas S-C da Fase D1 (Figura 30 G) em meio à matriz quartzosa com epidoto associado. Essa matriz quartzo-feldspática por vezes é cominuída pela recristalização durante o cisalhamento (Figura 30 H), englobando porfiroblastos de K-F. Dados complementares de mineralogia, textura e microestrutura das unidades litoestratigráficas podem ser vistos no **Apêndice A1** (Petrografia).



Figura 30 - Estruturas associadas à fase D1: (A) Foliação Sn com estirramento dos porfiroclastos de K-feldspato; (B) Foliação Sm na forma de bandamento estromático em ortognaisse sienogranítico do Complexo Parnamirim; (C) Lineação Lx1 em Tectonito S-L de gnaisse fitado; (D) Lm1 de Biotita paralela ao Lx em paragnaisse de baixo ângulo indicando empurrão frontal; (E) Protomilonito de Augen-gnaisse com nível de ultramilonito dada foliação Sm; (F) Ortognaisse diorítico com foliação Sn//Sm; (G) Estrutura S-C da Fase D1 em “*Mica fish*”; (H) Porfiroblastos de K-F orientados segundo fluxo magmático Sf e tectônico Sn, transposto pela Sm.



Fonte: O autor (2022).

### 3.2.1.2 Fase D2

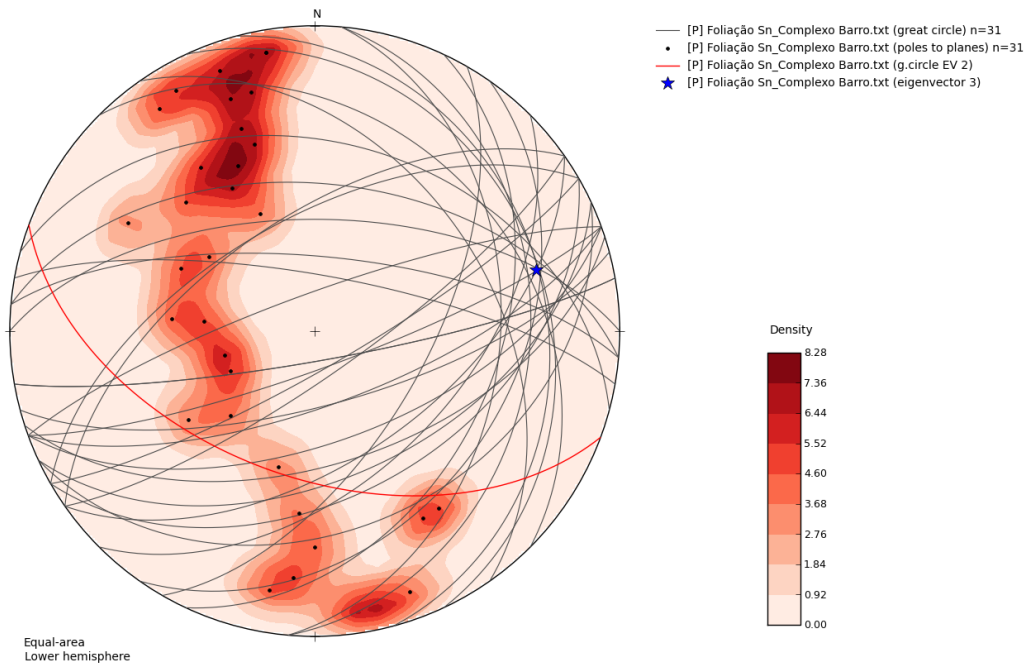
Já a fase D2 produz uma foliação de médio a alto ângulo (30-60°) com orientação NE-SW, cujos planos mergulham para NW e SE. Os principais marcadores estruturais são dobras suaves a abertas mapeáveis em escala mesocópica, incluindo dobras horizontais a cônicas observadas em diversos afloramentos. Nos *augen* gnaisses da Suíte Icaçara e nos gnaisses do Complexo Parnamirim, a foliação referente à D1 é sobreposta pela D2 com desenvolvimento do incremento do ângulo do mergulho e o desenvolvimento de foliações do tipo plano axial (Figura 27) relativas à deformação progressiva. Interpreta-se que esta fase configura o padrão de “domos e bacias” à cartografia do Complexo Barro, com dois eixos de dobra ortogonais entre si, sendo o eixo Lb2 de direção N-S a NNE-SSW e associado às foliações plano-axial de alto ângulo da S2//S3 (Figuras 31 a 33).

As principais estruturas associadas à fase D2 estão na Figura 34. No Complexo Barro, a foliação S2 é plano-axial das dobras sinformes homoclinais (Fig. 34 A), presente principalmente nas lentes dos mármore, enquanto nos quartizitos, predomina foliação S0//S1 moderadamente dobrada e localmente paralelizada com a Foliação S2/S3 (Figs. 34 B, D e E). É comum nas foliações do tipo S2, a intercalação de níveis ricos em mica e outros em quartzo, exibindo dobras horizontais e harmônicas. Nestes planos, ocorrem ainda dobras parasíticas da foliação S0//S1 que são cortados pelos planos S2, verticalizadas e crenuladas pela fase D3 gerando dobras em bainha com eixo Lb3 (Fig. 34 E).

Nos *Augen* gnaisses da Suíte Icaçara, a foliação S2 (Fig. 34 C) é plano-axial das dobras suaves que transpõem a Sn. No Complexo Parnamirim, granada-biotita paragneisses com fundidos parciais quartzo-felspáticos (Fig. 34 F) têm a foliação Sn dobrada e com Sn+1 plano-axial vertical. Microscopicamente, níveis lepidoblásticos e granoblásticos ocorrem intercalados em rochas do Complexo Barro (Fig. 34 G) em microdobras com arcos poligonais de cristais de muscovita, cujo plano-axial gera uma foliação S2/S3. Na suíte Vale das Pedras, epidoto-titanita-biotita hornblenditos apresentam foliação principal Sn+1 intercalando níveis nematoblásticos e lepidogranoblásticos (Fig. 34 H), tendo duas gerações de biotita.

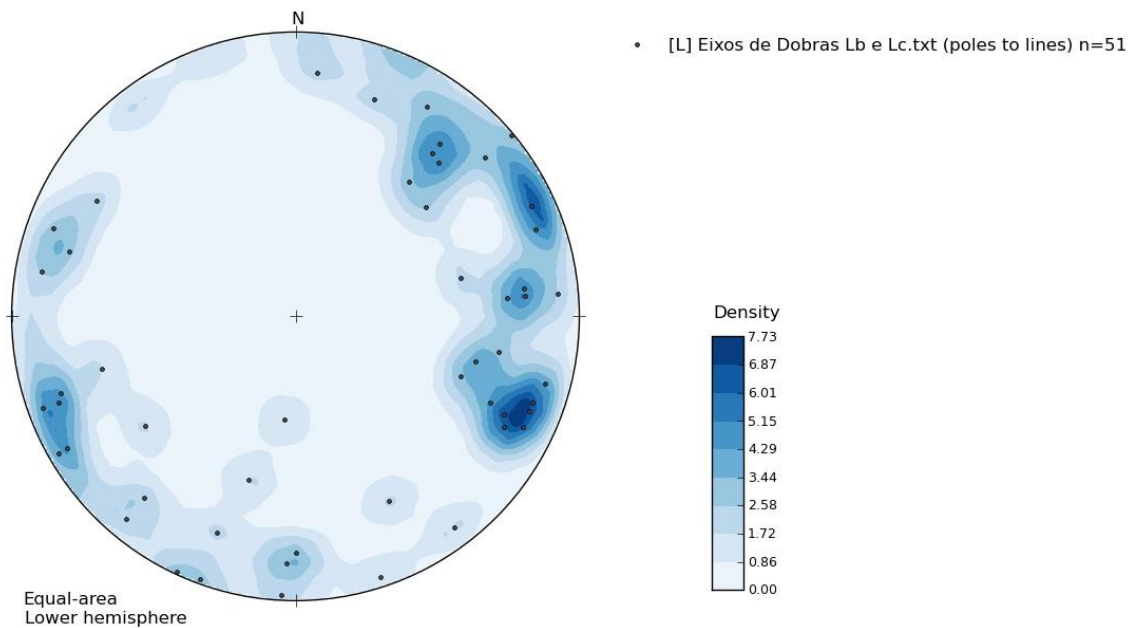


Figura 31 - Planos e Pólos de Foliação do Complexo Barro, onde a S0//S1 tem mergulho de baixo ângulo para E-NE, e a foliação S2//S3 de médio a alto ângulo tem mergulho para N-S.



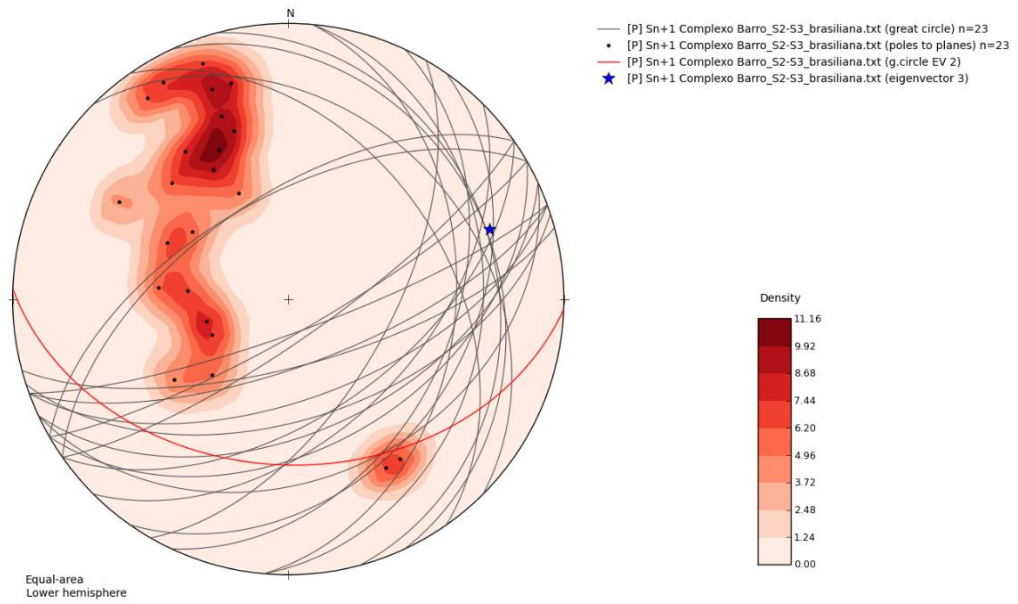
Fonte: O autor (2022).

Figura 32 - Dispersão dos pólos com variação dos eixos de dobras Lb e eixos de lineações de crenulação Lc, indicando redobramentos. Maiores densidades dos pólos nas regiões WNW-ESE e SW-NE, confirmando um padrão aproximadamente ortogonal entre as duas fases D1 e D2. Notar também caimentos de eixos de menor densidade para N, S e E.



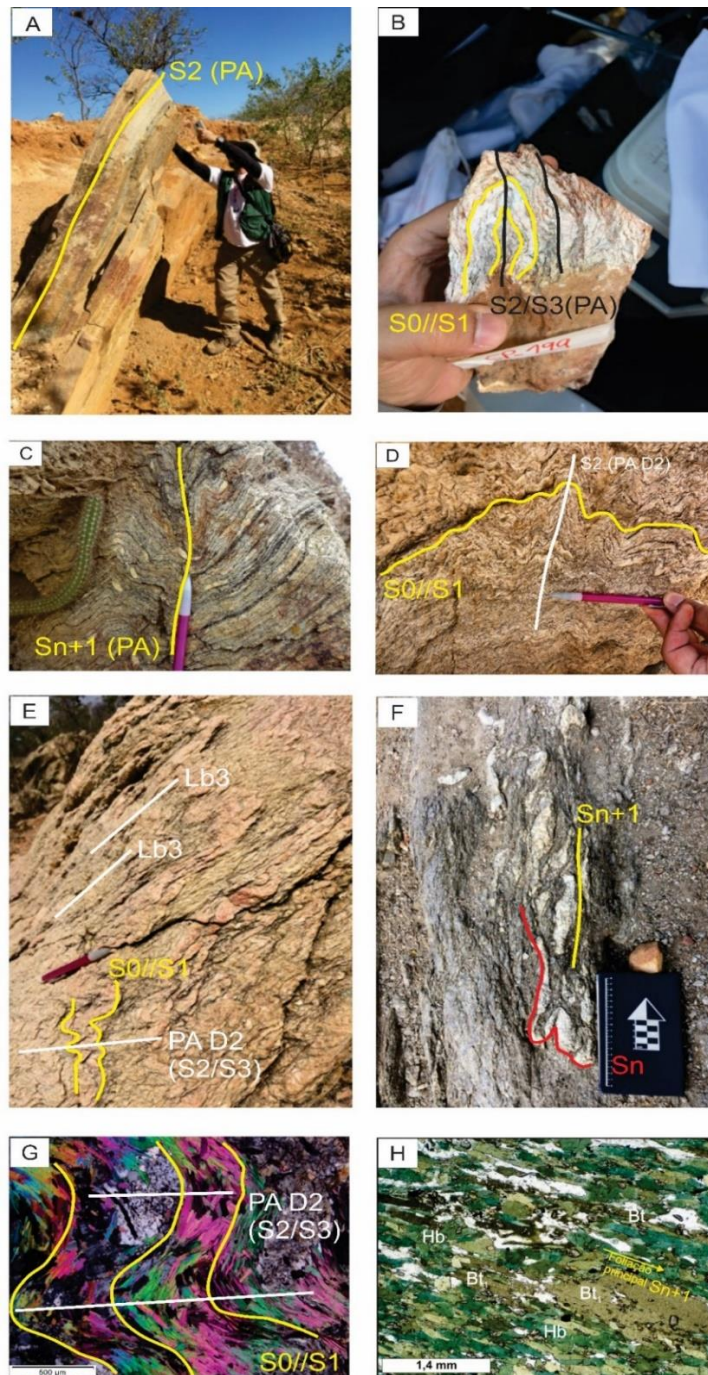
Fonte: O autor (2022).

Figura 33 - Foliação S2//S3 do Complexo Barro, com as camadas caindo para E-NE e S-SE tendo mergulhos de baixo a alto ângulo.



Fonte: O autor (2022).

Figura 34 - Estruturas associadas à fase D2. (A) Foliação S2 plano-axial em mármore do Complexo Barro; (B) Biotita-Muscovita-Quartzito com foliação S0//S1 dobrada e paralelizada com a Foliação S2/S3; (C) *Augen*-gnaisse dobrado com foliação Sn+1 plano-axial das dobras suaves que transpõem a Sn; (D) Muscovita-Quartzito Xisto com níveis ricos em micas e quartzo, dobras de plano-axial S2; (E) Muscovita-Quartzito com dobras D2 cortadas pela fase D3 gerando dobras em bainha com eixo Lb3; (F) Granada-Biotita Paragneisse com fundidos parciais, foliação Sn dobrada e Sn+1 plano-axial; (G) CP-200 C, níveis lepidoblásticos e granoblásticos intercalados com microdobras de plano-axial S2/S3; (H) Anfibolito da Suíte Vale das Pedras, em que Sn+1 intercala níveis nematoblásticos e lepidogranoblásticos.



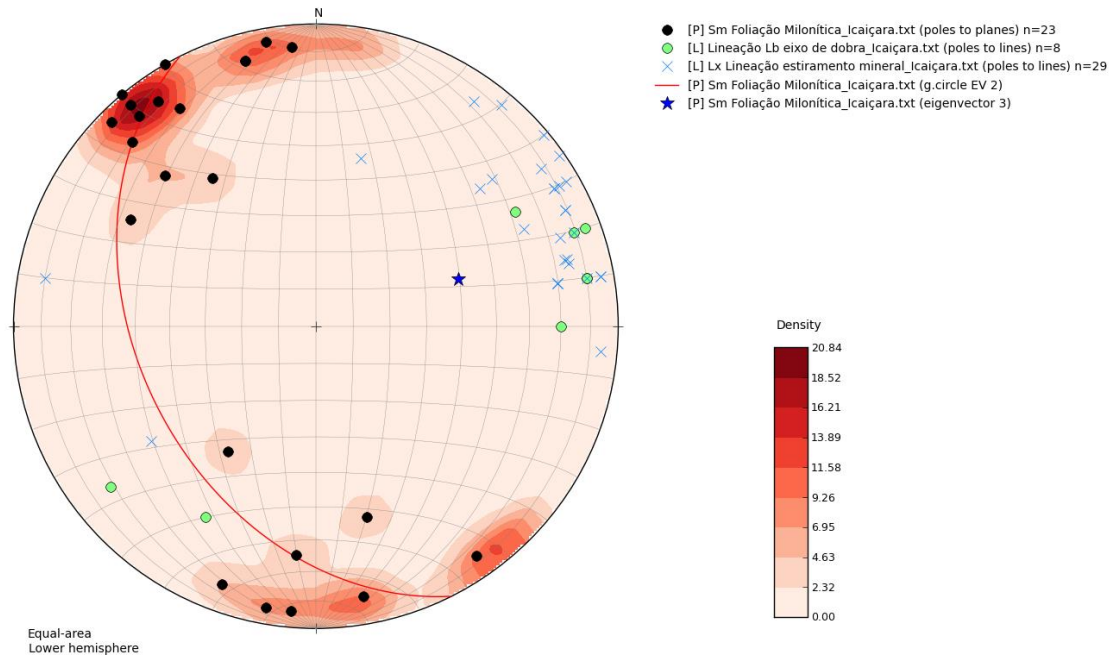
Fonte: O autor (2022).

### 3.2.1.3 Fase D3

A fase D3 é a fase mais importante para toda a Borborema. Está diretamente associada à tectônica de extrusão ou escape lateral (Ganade et al., 2021; Caxito et al., 2020; Santos e Caxito, 2021) no caso da Zona Transversal, no final do ciclo Brasileiro. As Zonas de Cisalhamento de direção NE-SW, como a Trempe e Riacho dos Bezerros-Parnamirim representam importantes estruturas de nível crustal intermediário (10 a 15 km) com fortes reativações posteriores, formando milonitos que afetam tanto o embasamento paleoproterozóico, como as supracrustais neoproterozóicas.

Esta fase se caracteriza por ser tangencial de alto ângulo, de natureza transpressiva-transcorrente, com dobras tardias de eixos verticais, além de forte lineação de estiramento mineral (tectonitos-L) sub-horizontal. Apresenta mergulhos subverticais a de alto ângulo ( $60^{\circ}$  - $90^{\circ}$ ), se desenvolvendo ao longo das principais zonas de cisalhamento externas e também internas do **TIC**, gerando as foliações miloníticas  $S_m$  (Figura 35). As ZCs de direção NE-SW, como Trempe-Externa (Figuras 36 a 42) e Riacho dos Bezerros-Parnamirim (Figuras 45 e 46) têm cinemática sinistral, enquanto que o Lineamento Pernambuco (Figuras 43 e 44) tem cinemática dextral.

Figura 35 - Foliações miloníticas Sm subverticais do Fragmento Icaíçara, com lineações de estiramento mineral subhorizontais caindo para NE-E e W-SW. Há relação de paralelismo entre Lx e Lb, indicando redobramentos tardios nas zonas de cisalhamento, o que gera dobras em bainha em escala mesocópica e rotaciona os eixos de dobra anteriores.



Fonte: O autor (2022).

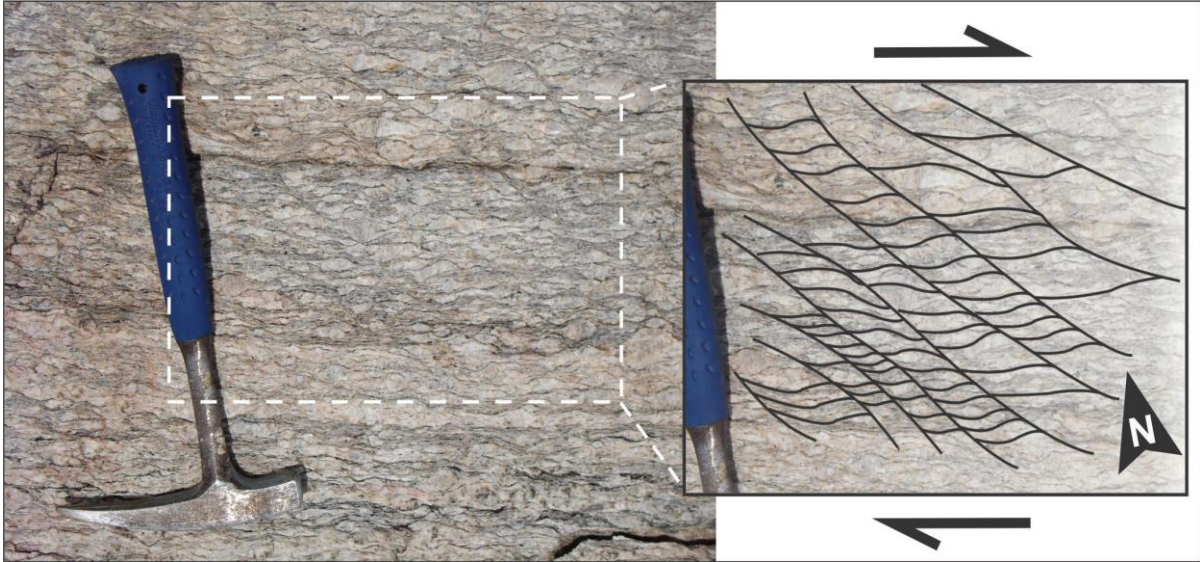
#### 3.2.1.4 Zona de Cisalhamento Trempe-Externa (ZCTE)

A ZCTE configura uma zona de cisalhamento contínua, bordejando os limites oeste-noroeste e leste-nordeste do TIC, com presença de rochas máficas de alto magnético e mineralizadas em Fe-Ti-V, infletindo pra direção NE ao chegar na ZCRBP. As rochas afetadas são xistos, ortognaisses e *augen* gnaisses, formando protomilonitos a ultramilonitos finamente bandados, cominuição de grãos e recristalização dinâmica. Estruturas do tipo S-C-C' (Figura 36) indicam transcorrência dextral em alguns locais, mas predomina a cinemática sinistral.

Na parte norte-nordeste da ZC Externa, há uma forte inflexão do traço da Trempe e mudança para um regime essencialmente compressional frontal, sendo o Complexo Salgueiro empurrado sobre o embasamento paleoproterozóico, apresentando vergências para Sul-Sudoeste (Figuras 37 e 38).



Figura 36 - Afloramento de gnaiss granítico porfírico da Suíte Icaçara afetado pela Zona de Cisalhamento Trempe, com marcantes planos C/C', indicadores de cisalhamento transcorrente de cinemática destal. Ponto RF-087, no Serrote dos Lopes em Ouricuri.



Fonte: Extraído de Cruz (2015).

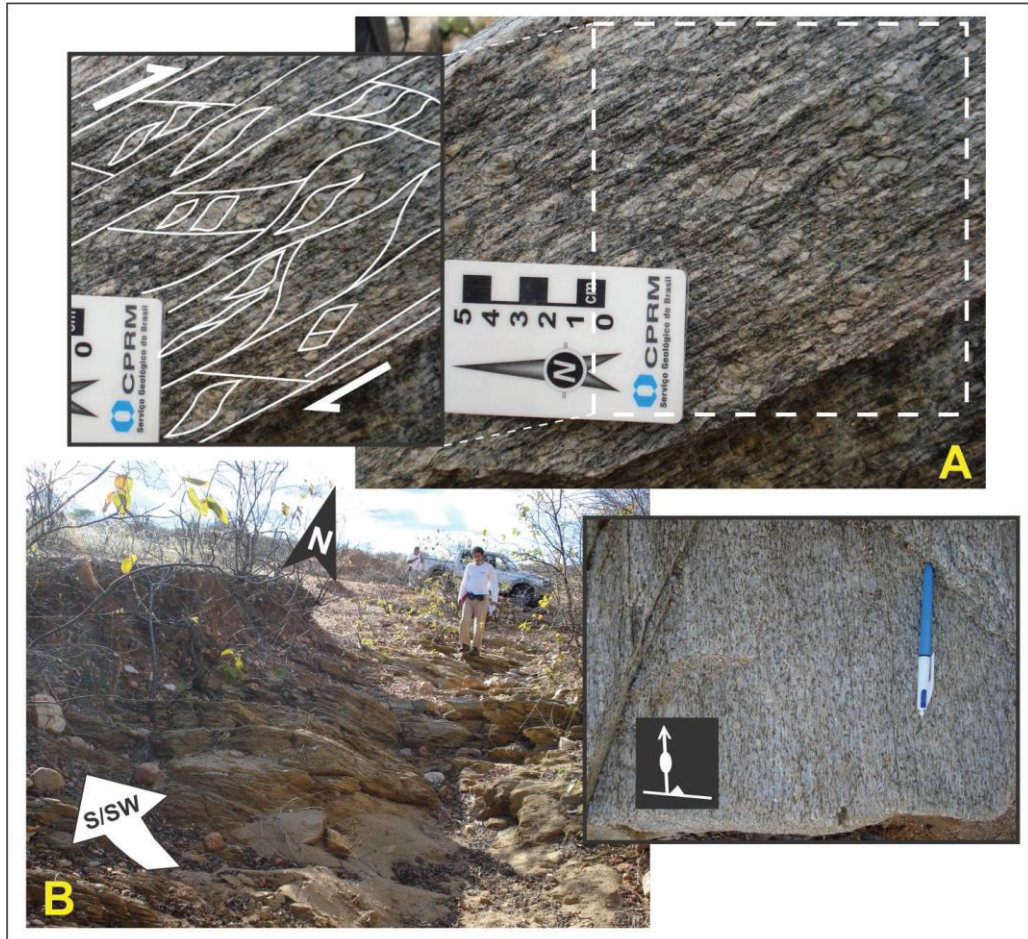
Figura 37 - Feições estruturais da Zona de Cisalhamento Externa indicadoras de transporte tectônico para SE. Foliação de médio a baixo ângulo com níveis sigmoidais e dobras intrafoliais assimétricas transpostas em gnaiss granítico fino. Ponto RF-540, na localidade de Tabuleiro em Ouricuri.



Fonte: Extraído de Cruz (2015).

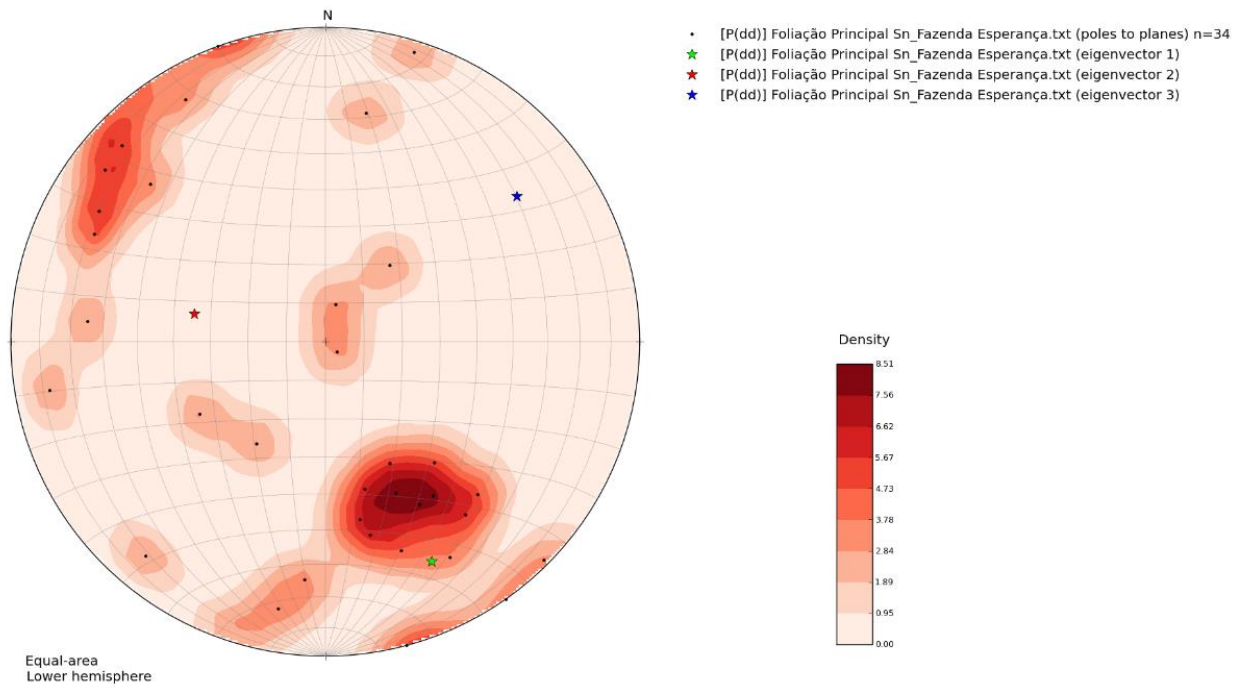


Figura 38 - Evidências de transporte tectônico para sul-sudoeste da Zona de Cisalhamento Externa na parte norte do TIC, com indicadores cinemáticos observados em cristais assimétricos de feldspatos de *augen*-gnaisses graníticos (A). Drenagem mostrando paragneisses com foliação de mergulho de médio a baixo ângulo (B) e forte estirramento mineral Lx (detalhe do afloramento em planta com caneta direcionada para norte).



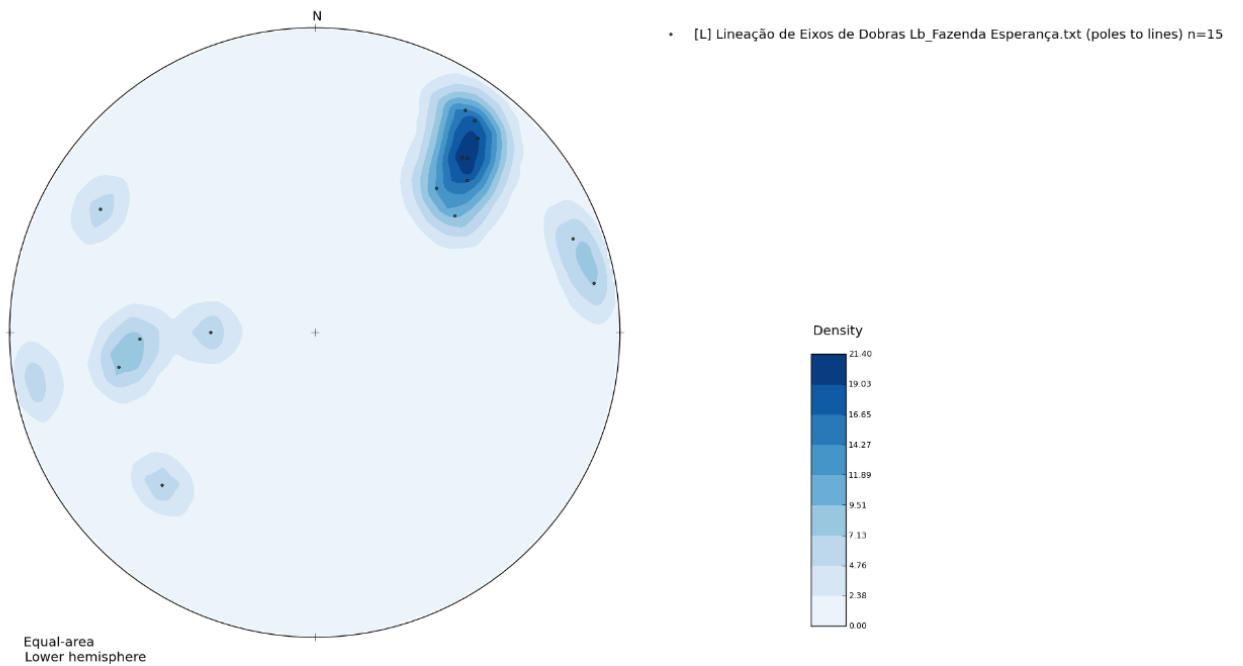
Fonte: Extraído de Cruz (2015).

Figura 39 - Foliação principal Sn com direção NE-SW. Possível fase anterior Sn-1 com caimento para NNE-SSW na região da Suíte Fazenda Esperança, ZC Trempe.



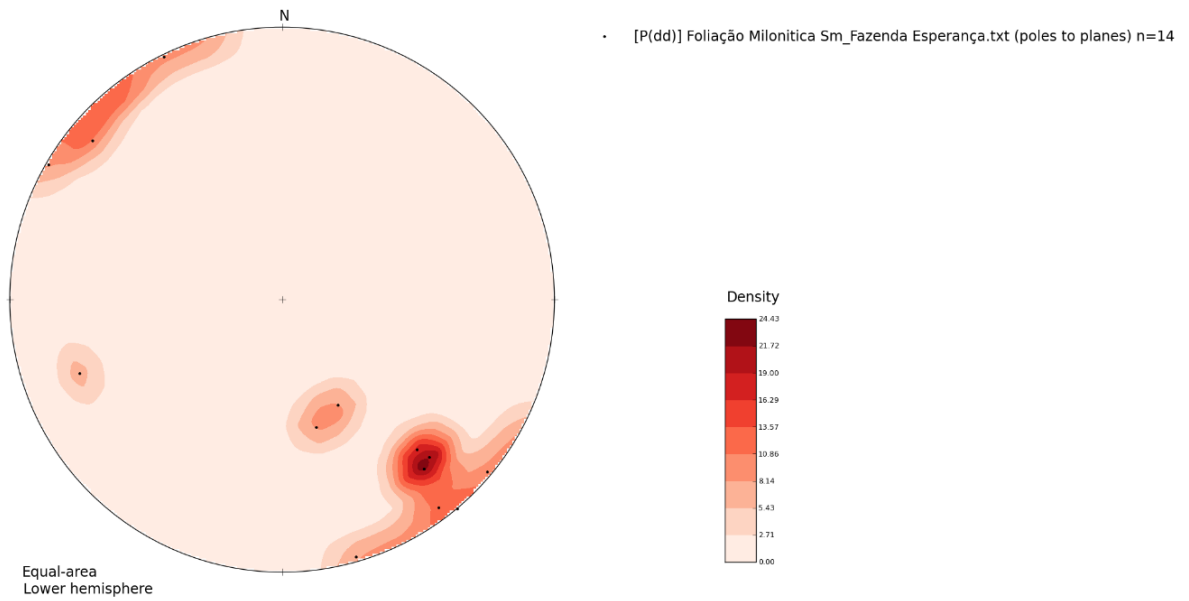
Fonte: O autor (2022).

Figura 40 - ZCTE com o polo das lineações de eixos de dobras: Lb1(E-W) e Lb2 (NE-SW).



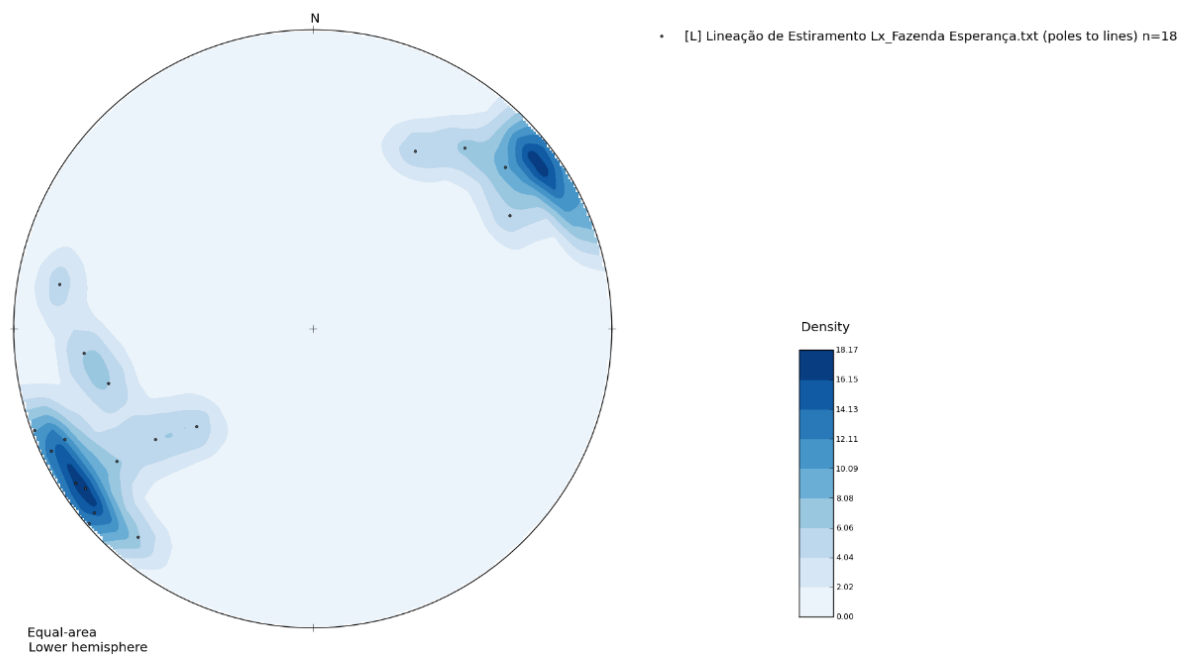
Fonte: O autor (2022).

Figura 41 - Foliação milonítica da ZCTE de alto ângulo de direção NE-SW, com mergulhos de alto ângulo para NW-SE.



Fonte: O autor (2022).

Figura 42 - Lineação de estiramento de baixo ângulo, caindo para NE-SW, indicando Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral na região da Suíte Fazenda Esperança.



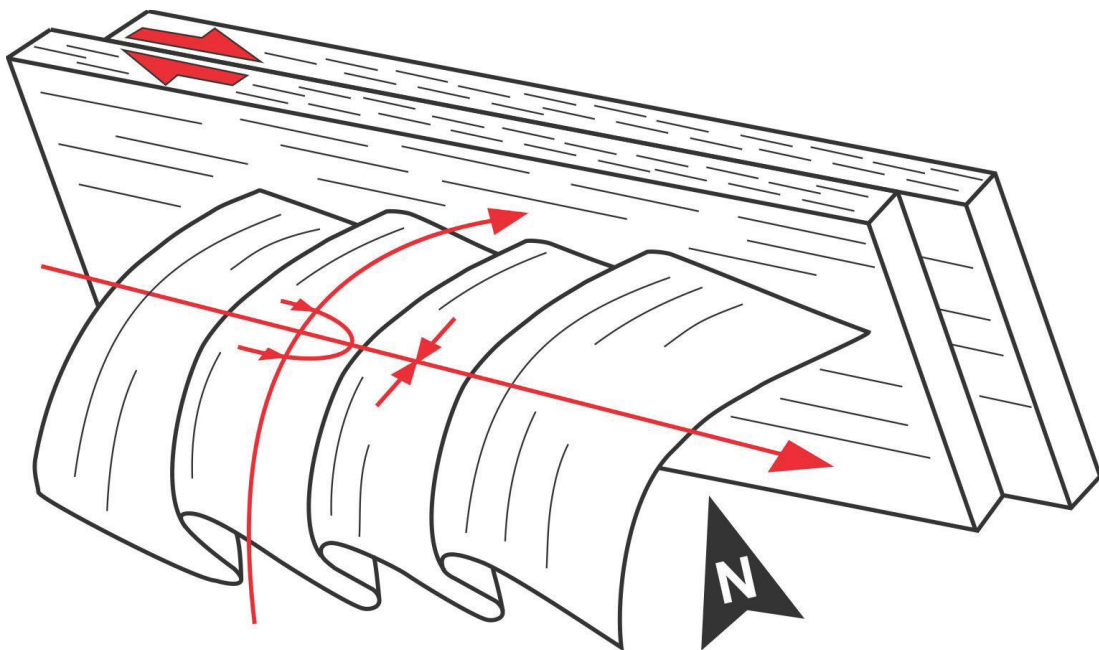
Fonte: O autor (2022).

### 3.2.1.5 Lineamento Pernambuco (LPE)

O Lineamento Pernambuco corresponde à principal estrutura de 1ª ordem na região (15 a 30 km), sendo a mais expressiva tanto na geofísica quanto nos sensores remotos. Limita a dispersão do **TIC** ao longo da Zona Transversal quando este colide com o Complexo Entremontes de idade Arqueana. A presença de milonitos e ultramilonitos do Complexo Lagoa das Contendas ocorre a sul-sudeste do Icaíçara, formando uma apófise estrutural de bacia tipo QPC do ciclo Cariris-Velhos, e que provavelmente teve continuidade na forma de *nappes* e janelas estruturais do Complexo Barro dentro do embasamento do **TIC**.

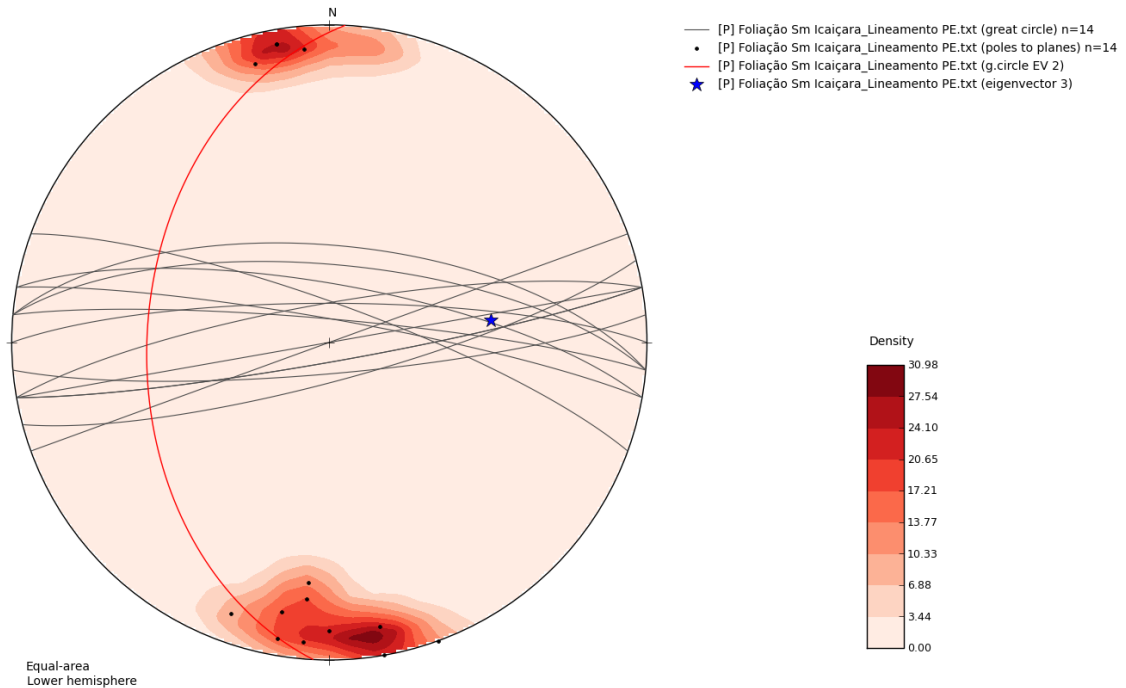
Tal processo de milonitização é pervasivo ao longo de todo o limite sul do **TIC**, chegando ao fácies anfibolito superior, verticalizando estruturas pretéritas, e formando dobras de arrasto e/ou em bainha (Figura 43) associadas a condições rúpteis-dúcteis durante o cisalhamento destal. Por isso, é possível ver, por exemplo, a Suíte Icaíçara cartografada na Folha Paulistana como “Suíte Intrusiva Granodiorítica do Fragmento Icaíçara” (Uchôa Filho et al., 2019) na forma de uma lente estirada seguindo o **LP**, e indicando deste modo um rejeito horizontal de grande dimensão (em torno de 150 km).

Figura 43 - Ortognaisse afetado por dobra de arrasto (em bainha) em zona de cisalhamento rúptil-dúctil transcorrente de cinemática destal. Afloramento do ponto RF-179, no sangradouro do açude Entremontes a sudoeste de Parnamirim.



Fonte: Extraído de Cruz (2015).

Figura 44 - Foliação milonítica de alto ângulo de direção E-W, com mergulhos para N-S, do Lineamento Pernambuco (região entre o FIC e o Complexo Entremontes).



Fonte: O autor (2022).

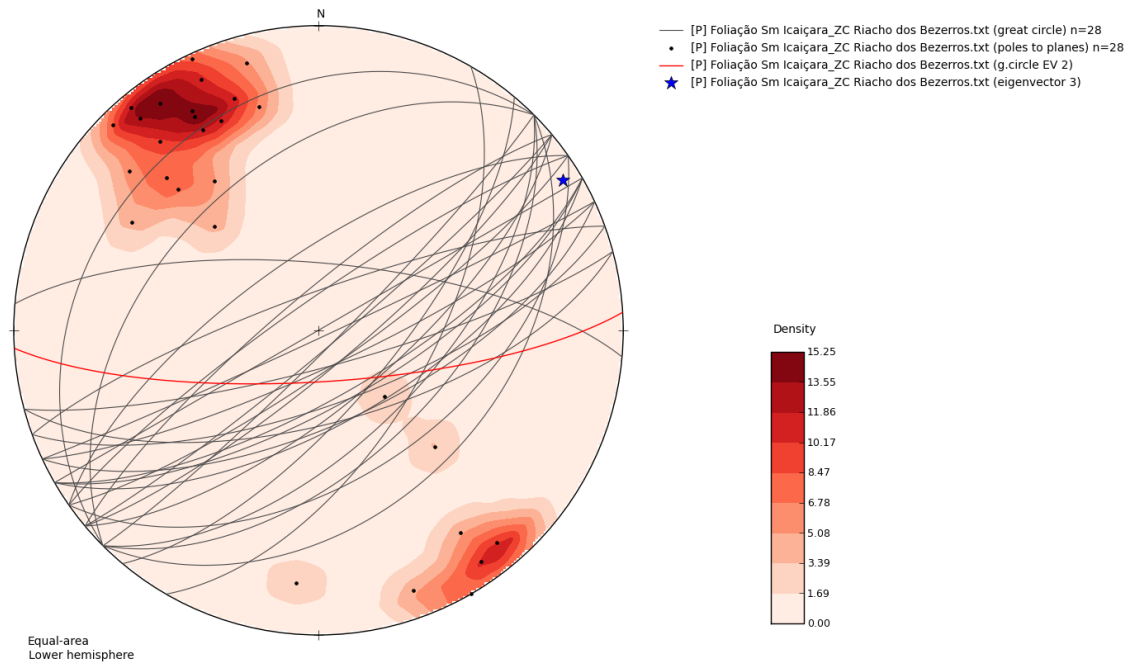
### 3.2.1.6 Zona de Cisalhamento Riacho dos Bezerros-Parnamirim (ZCRBP)

A ZCRBP é assim denominada por ser formada pela junção de duas zonas menores que se juntam próximo a Ipueiras, na parte leste bordejando o **TIC**: a Parnamirim passa pela cidade homônima e vem desde o **LP**; enquanto que a Riacho dos Bezerros é um ramo da **Externa** que continua até a borda norte da Bacia do Cedro, onde é reativada na forma de falhas normais de borda. A maioria dos trabalhos recentes simplifica essa relação, denominando-a de Zona de Cisalhamento Parnamirim (Cruz e Marinho, 2013; Brito Neves e Passarelli, 2020).

Configura importante limite cartografado por Pereira et al. (2020), na forma de cisalhamento sinistral, assim como a **Trempe**. Isso faz com que haja um processo de rotação horária do **TIC**, favorecendo um fluxo de massa na direção norte-sul e gerando os processos de redobramentos. Apresenta protomilonitos, milonitos e ultramilonitos que deformam as rochas da Faixa Piancó-Alto Brígida, bem como as unidades internas do Icaíçara. O grau de metamorfismo e deformação é similar ao da ZCTE, na transição do fácies xisto verde para o anfibolito.

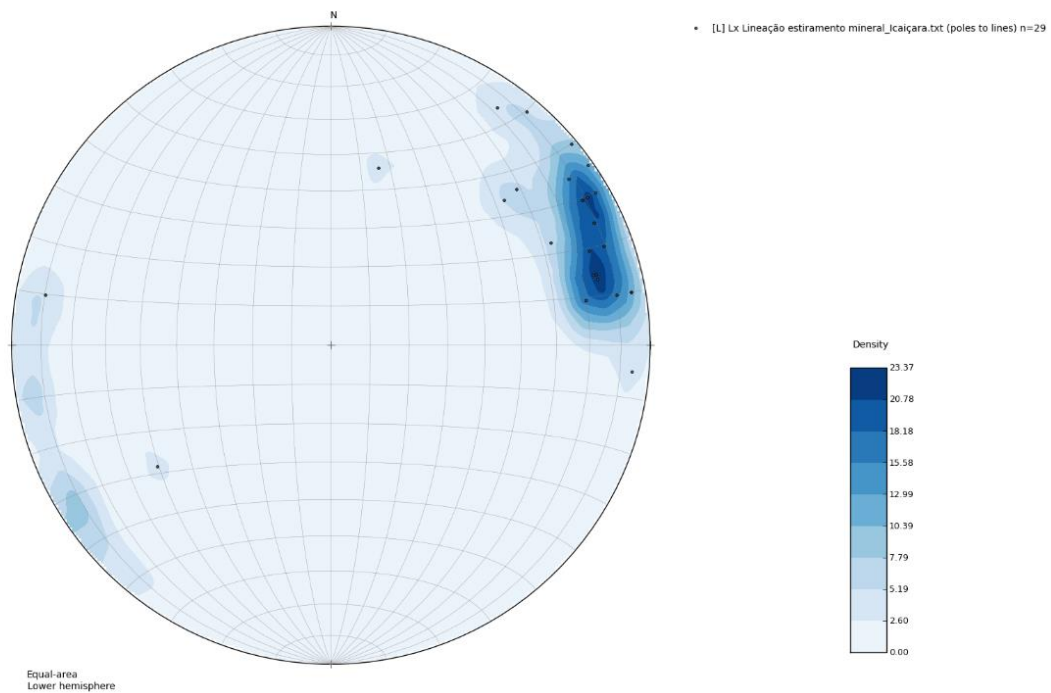


Figura 45 - Foliação milonítica de médio a alto ângulo de direção NE-SW, com mergulhos para NW e SE, da Zona de Cisalhamento Riacho dos Bezerros borda leste do FIC.



Fonte: O autor (2022).

Figura 46 - Lineação de estiramento de baixo ângulo mergulhando para nordeste-sudoeste, indicando Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral para a ZCRBP.



Fonte: O autor (2022).

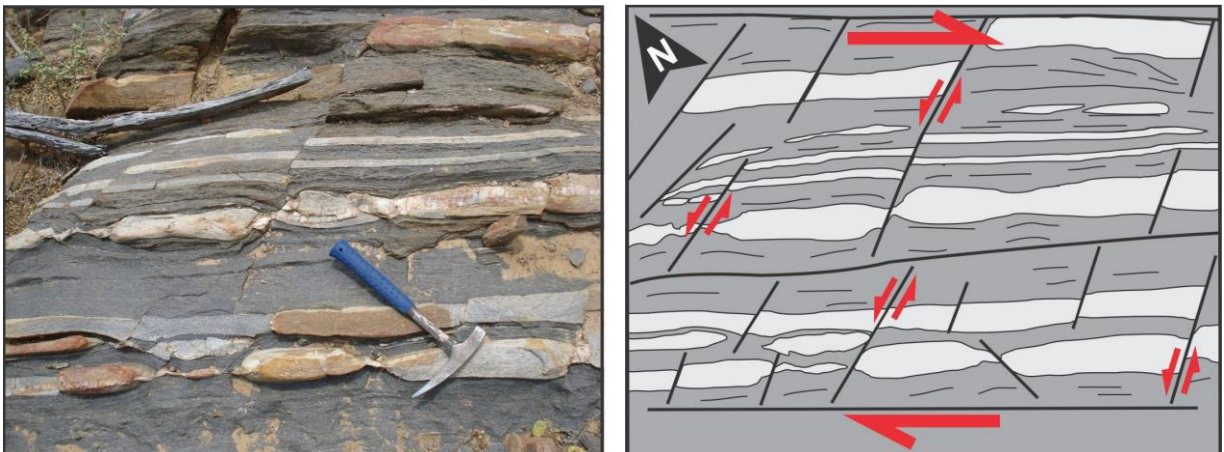


### 3.2.2 Deformação Rúptil (Fase D4)

Finalmente, a fase D4 é de natureza rúptil, afetando tanto as supracrustais quanto o embasamento, tendo sido responsável pelas grandes falhas e fraturas verticais vistas nos sensores remotos ou em campo (Figura 47). Geralmente indica uma fase tardia do evento Brasileiro com soerguimento tectônico associado e quebra das rochas mais superficiais.

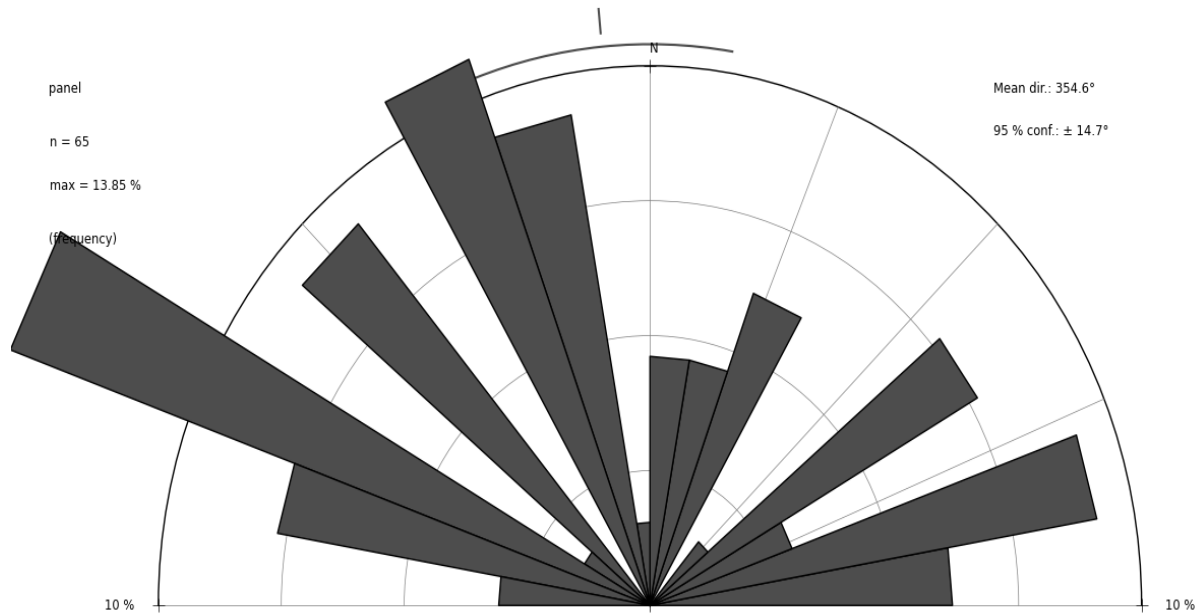
Durante este evento, o principal marcador estrutural é definido por um arranjo de Riedel completo, como visto também na Faixa Piancó-Alto Brígida (Pereira et al., 2019a), tendo o  $\sigma_1$  direção NW-SE e fendas de tração T paralelas a esse esforço principal, além de várias fraturas secundárias. Diagramas de Rosetas foram gerados para as rochas supracrustais (Figura 48) e para as suíte graníticas ediacaranas (Figura 49), mostrando algumas diferenças de densidade e orientação das fraturas, em função do forte contraste reológico entre esses litotipos.

Figura 47 - Afloramento de biotita xisto do Complexo Lagoa das Contendas, com lentes de ortognaisse fino cinza claro sob efeito de boudinagem, marcando falhamento antitético de deslocamento sinistral. Área de influência do Lineamento Pernambuco, próximo ao contato com o **TIC**. Fazenda Cupiará, Parnamirim.



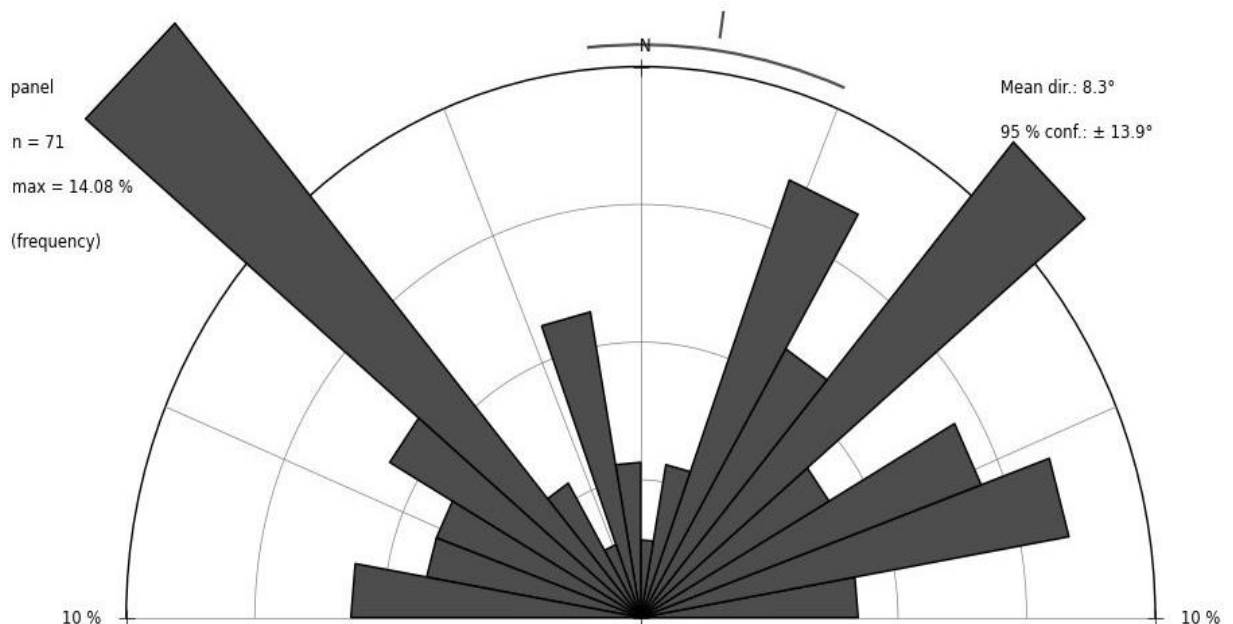
Fonte: Extraído de Cruz (2015).

Figura 48 - Set de 65 fraturas obtidas em conjunto para as rochas supracrustais (Grupo Cachoeirinha, Complexos Barro e Salgueiro). Fenda de tração T de direção NW paralela ao  $\sigma_1$ , com R e R', além de outras fraturas secundárias como P, P'e X, seguindo um arranjo de Riedel completo.



Fonte: O autor (2022).

Figura 49 - Conjunto de 71 fraturas dos granitos brasileiros (Suítes Conceição, Itaporanga e Serrita), Padrões de direção NW paralelo ao  $\sigma_1$  brasileiro, e NE, NNE, ENE como fraturas secundárias importantes.



Fonte: O autor (2022).

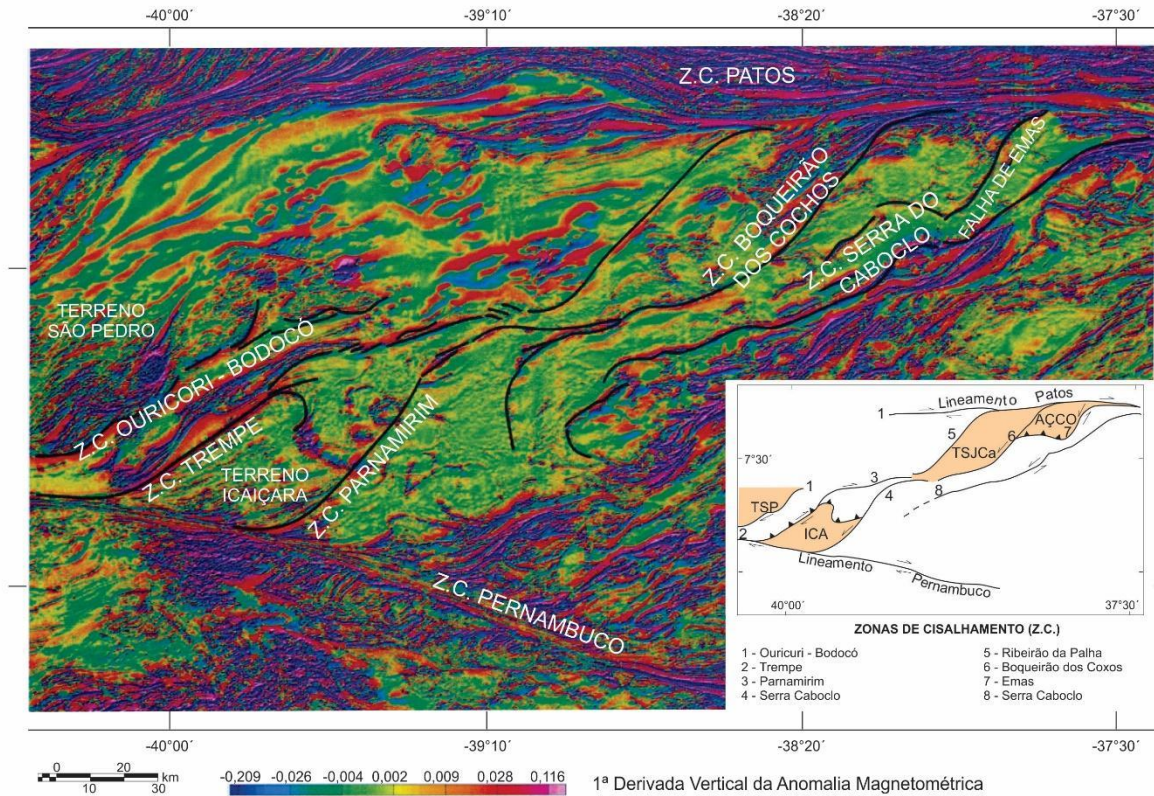
## 4 DISCUSSÃO

As estruturas regionais dadas pela geofísica (Figura 50) têm forte expressão geológica, onde se pode notar uma estruturação regional NE-SW, normalmente atribuída ao evento Brasileiro, enquanto que no interior do TIC predominam direções E-W a ENE-WSW anteriores, talvez de idade paleoproterozoica ou toniana, responsável pelo transporte de massa de suas unidades em direção ao Superterreno Pernambuco-Alagoas. Os dados estruturais e estratigráficos indicam se tratar de um sinclinal antifórmico, ou seja, as unidades mais jovens como o Complexo Barro de idade toniana estão no centro do Terreno, enquanto que as unidades mais antigas como a Suíte de Augens e o Complexo Parnamirim estão nas bordas. Isso é possível por conta do redobramento geral do Terreno seguida da erosão de boa parte do flanco normal da dobra isoclinal recumbente, aflorando assim o flanco invertido.

### 4.1 INTEGRAÇÃO GEOFÍSICA-GEOLOGIA ESTRUTURAL

Os dados geofísicos de gravimetria terrestre inéditos adquiridos entre as cidades de Ouricuri e Parnamirim (PE), corroboram para a presença de um limite tectônico importante aproximadamente ao longo da Zona de Cisalhamento Trempe. Se confirmadas tais interpretações, é possível especular que o processo de docagem (*docking*) do Fragmento Icaçara é uma margem continental autóctone, podendo estar relacionada tanto com as ocorrências de crosta oceânica submetidas a condições de alto grau do Terreno Alto Pajeú na região de Floresta (PE) datadas em 625 Ma ou associadas ao fechamento do Lineamento Transbrasiliano em 615 Ma, quanto ser um evento relacionado ao fechamento de bacias tonianas / colisão de arcos magmáticos desenvolvidos durante o evento Cariris Velhos (960-920 Ma). Episódios acresionários também são descritos em outras regiões da Província Borborema, tal como Arco Magmático de Tamboril-Santa Quitéria (Domínio Ceará Central) e na associação Afeição-Monte Orebe na Faixa Riacho do Pontal.

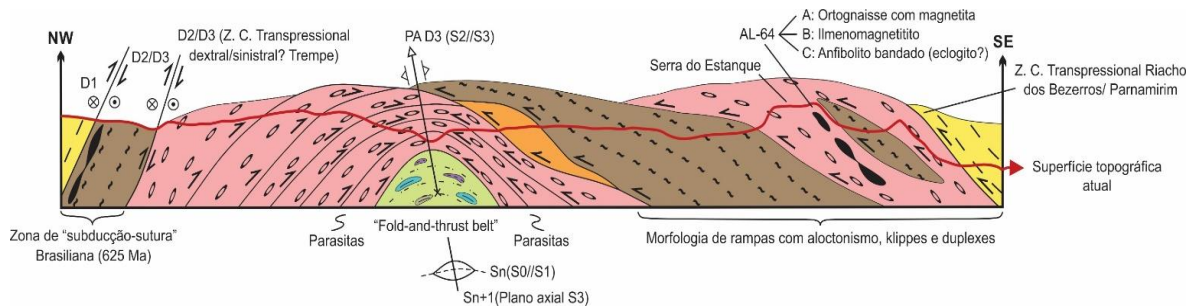
Figura 50 - Esquema com interpretação geofísica entre os Lineamentos Pernambuco e Patos da Zona Transversal, mostrando a distribuição das zonas de cisalhamentos principais de direção NE-SW e os terrenos dispersos entre elas. TSP: São Pedro, ICA: Icaíçara, TSJCa: São José do Caiana, AÇCO: Açude Coremas.



Fonte: Extraído de Neves e Passarelli (2020).

No Perfil Geológico de direção NW-SE (Figura 51) ocorre um imbricamento das estruturas brasileiras de direção NW-SE, e parece haver transporte por rampas laterais associadas aos empurrões de médio a alto ângulo com sentido de deslocamento (transporte tectônico) para NW, com retrocavalgamento para SE em alguns locais, além de klippes e duplexes intercalando ortognaisses do Parnamirim com *Augen*-gnaisses da Suíte Icaíçara.

Figura 51 - Perfil Geológico-Tectônico interpretado do Terreno Icaíçara. A linha vermelha é a superfície topográfica atual.

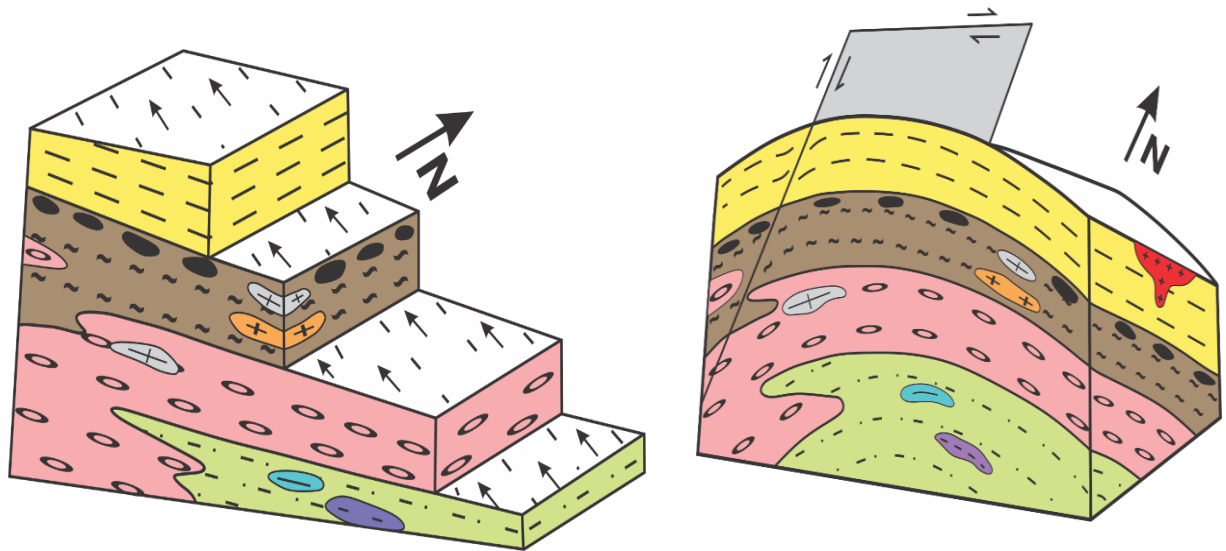


Fonte: Extraído e modificado de Medeiros (1992).

No Bloco-Diagrama da Litoestratigrafia e Geologia Estrutural no Fragmento Icaíçara (Figura 52), pode-se notar a inversão estratigráfica do “Braquissinclinal Antifórmico”, no qual o Complexo Barro está na base, Augen-gnaisses Riácianos-Orosirianos no meio, e gnaisses do Complexo Parnamirim Riácianos no topo. Tal inversão é interrompida nos sericita-clorita xistos do Grupo Cachoeirinha (Formação Santa dos Garrotes) uma vez que esses são mais novos, de idade Ediacarana.



Figura 52. Bloco-Diagrama da Litoestratigrafia e Geologia Estrutural do FIC, demonstrando um flanco invertido de um Braquissinclinal Antifórmico.



- ++ NP3C (SUÍTE INTRUSIVA CONCEIÇÃO): GRANODIORITO
- NP3sC (CACHOEIRINHA): SERICITA-CLORITA XISTO
- NP3 $\mu$ 2fe: LENTES METAMÁFICAS-METAULTRAMÁFICAS
- NP1b: GRANADA BIOTITA XISTOS, (●) MARMORES, (●) Fm FERRÍFERAS
- PP3 $\gamma$ ' AUGEN' GNAISSES GRANÍTICOS (●) AFINIDADE ALCALINA
- + PP2-PP3?: ORTOGNAISSE LEUCOCRÁTICO
- PP2p: GNAISSES BANDADOS MIGMATIZADOS
- ↖ SENTIDO DE DESLOCAMENTO

Fonte: Modificado de Medeiros (1992).

Com o tratamento dos dados estruturais, percebeu-se que o eixo Lb<sub>1</sub> de direção E-W corresponde à fase inicial de sinformes homoclinais reviradas com a foliação S<sub>0</sub>//S<sub>1</sub> caindo para E-SE, enquanto o eixo Lb<sub>2</sub> de direção NE-SW configura



um processo de *buckling* progressivo e monofásico (interpretado como pertencente ao Brasileiro) da estrutura maior com transporte tectônico para NW. Deformação heterogênea desenvolvida em condições polifásicas também corresponde a um modelo alternativo, uma vez que cada fase de deformação estaria relacionada a um evento tectônico distinto. Adicionalmente, usando seções geológicas de detalhe feitas a partir do mapeamento regional no Projeto ARIM Ouro e Metais-Base no Oeste de Pernambuco do Serviço Geológico do Brasil, sugere-se neste trabalho que o Complexo Barro configura um “braquisinclinal antifórmico”, fortemente marcado no interior do fragmento, configurando um complexo exemplo de crosta redobrada no interior da Zona Transversal.

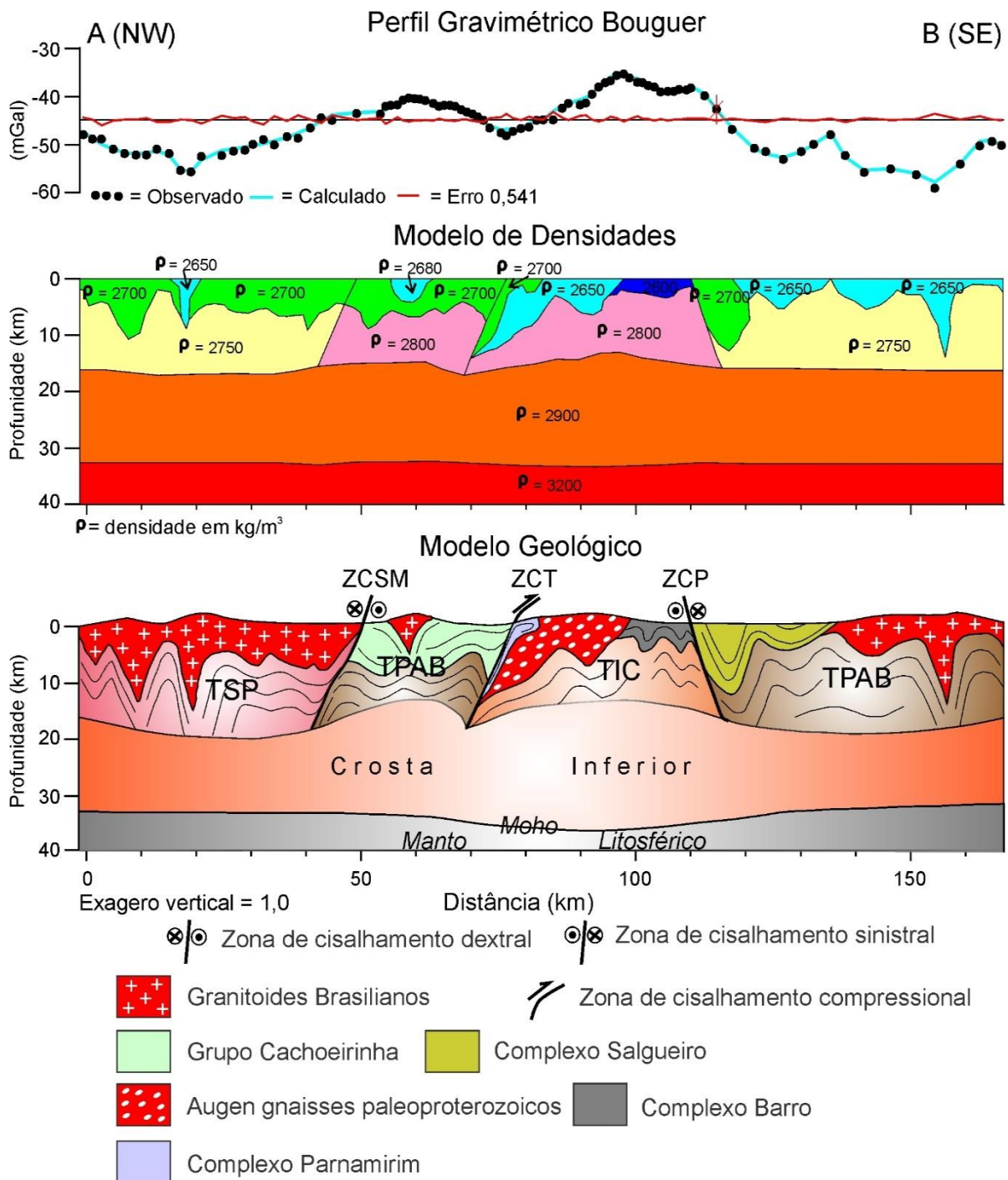
O Complexo Barro é intrudido pela Suíte Máfica Vale das Pedras, formada por metamafitos e metaultramafitos deformados e cujos dados Sm-Nd perfazem idades modelo ( $T_{DM}$ ) em torno de 1,4 Ga (Cruz et al., 2015), que coincide com a maioria das unidades máficas a ultramáficas correlacionadas ao Evento Cariris Velhos (1025-920 Ma). Tal suite intrusiva é sugestiva da abertura das possíveis bacias Tonianas na Zona Transversal da Província Borborema cujo papel na geração de crosta oceânica vem sendo relacionada na literatura como parte da fragmentação do Supercontinente Rodínia, evoluindo até ~900-850 Ma com o término das colisões e o fechamento do Ciclo de Wilson Completo.

#### 4.2. GEOTECTÔNICA E EVOLUÇÃO CRUSTAL DO TERRENO ICAIÇARA

As características geofísicas do Terreno Icaíçara indicam que ele pode se tratar de um pedaço de microcontinente paleoproterozóico rompido ou boudinado (tradução de *disrupted*, Brito Neves e Passarelli, 2020; Santos et al., 2015) e transportado por zonas de cisalhamento dentro da Zona Transversal, sendo sua configuração atual totalmente alóctone em relação às faixas móveis tonianas-ediacaranas, uma vez que o **TIC** tem características muito contrastantes com as unidades ao redor. Tal configuração da dispersão dos Terrenos fica mais clara no mapa de anomalia Bouguer da Zona Transversal (**Apêndice A3**), em que as regiões de altos gravimétricos estão associadas à presença de núcleos Arqueano-Paleoproterozóicos, com rochas mais densas.

Na modelagem dos três perfis gravimétricos foram observados contrastes de densidade suficientes para permitir inferir que as zonas de cisalhamento atrevessem toda a crosta superior (0-15 km, Figura 53). A não detecção de contrastes de densidade na crosta inferior (15-30 km) pode ser um problema de resolução do método, e isto não implica que as zonas de cisalhamento não atrevessem a crosta inferior. E como o contraste não foi detectado, não foi possível colocar no modelo a continuação das estruturas. Por outro lado, é muito possível que por causa do comportamento dúctil e o aumento das condições P-T da crosta inferior tenha ocorrido homogeneização das densidades. Outra possibilidade que não deve ser desprezada é a das zonas de cisalhamento terem enraizado e horizontalizado no limite crosta inferior/superior, que na Província Borborema é muito bem definido nesse intervalo de 10 a 15 km de profundidade.

Figura 53 - Modelamento Geológico Regional com base no Perfil Gravimétrico Bouguer obtido entre os Terrenos São Pedro, Icaçara e Piancó-Alto Brígida.



Fonte: O autor (2022).

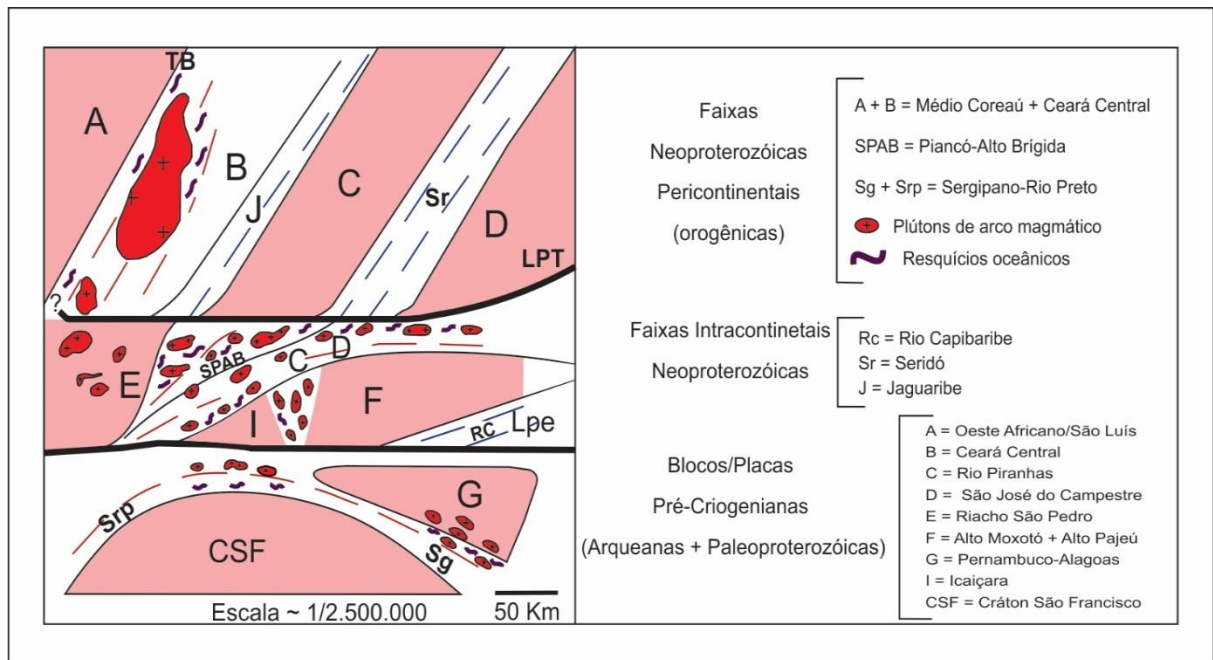
A maior espessura crustal do TIC (Figura 53) é uma consequência do ajuste da modelagem e do compromisso com os valores de densidades. Tais valores deram respostas importantes em profundidade, mesmo a crosta sendo delgada, pois

densidades de  $2800 \text{ kg/m}^3$  foram observados apenas na região abaixo do **TIC** e da faixa Ouricuri-Bodocó, bem como densidades de  $2700 \text{ kg/m}^3$  se referem ao embasamento aflorante (Complexo Parnamirim) na ZC Trempe.

Isto se deve ao fato de que estes blocos Arqueano-Paleoproterozoicos preservam parte de sua integridade e rigidez litosférica em relação à compressão das faixas adjacentes mais deformadas e granitizadas. Por exemplo, a litosfera/crosta do cráton São Francisco é mais espessa do que nas faixas marginais neoproterozoicas.

Neste contexto, propomos um outro Bloco Pré-Criogeniano (Figura 54) no Mapa Geodinâmico da Província Borborema, em que o TIC constitui um Terreno Paleoproterozoico disperso pelas zonas de cisalhamento que o limitam e que possuem continuidade entre os Lineamentos Patos e Pernambuco num *trend* NE-SW. Além disso, vários plútons de arco magmático relativos à Suíte Conceição envolvem o TIC nos três lados e intrudem a bacia profunda do Grupo Cachoeirinha e Complexo Salgueiro ao longo de todo o sistema da Faixa Orogênica Piancó-Alto Brígida (SPAB, segundo Brito Neves et al., 2018).

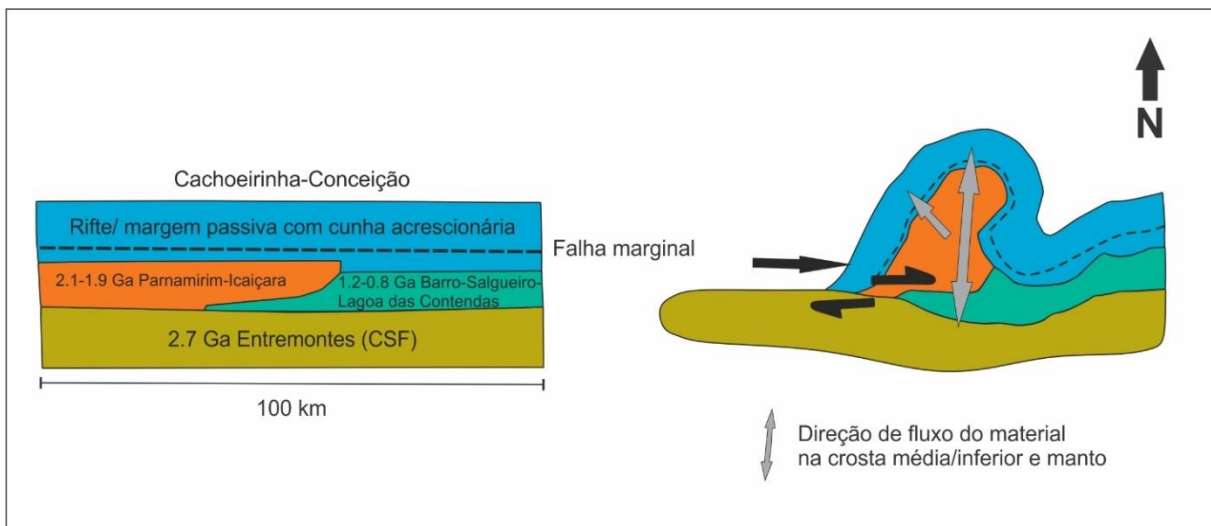
Figura 54 - Mapa Geodinâmico da Província Borborema, com o posicionamento geotectônico do Terreno Icaçara em relação aos outros Blocos Paleoproterozoicos da Zona Transversal.



Fonte: Extraído e modificado de Brito Neves et al. (2016).

Um esquema ilustrando o modelo de *buckling* ou encurtamento deste bloco pode ser visto na Figura 55, em que os segmentos de arco margmático da Suíte Conceição e da bacia profunda do Grupo Cachoeirinha configuram um orógeno linear (e.g. Orógeno Fennia; Lahtinen et al. (2014)) e são deformados em oróclinos acoplados para envolver uma peça equidimensional de crosta continental. O sistema de rifte/margem passiva com cunha acrescionária está associado a uma superfície oceânica que pode ser inferida pela presença da Suíte Máfico-ultramáfica Fazenda Esperança. A falha transcorrente destal (Lineamento Pernambuco) segmenta a borda sul onde ocorre o Complexo Entremontes (janela estrutural do Cráton São Francisco, CSF) em tom de mostarda. A direção do possível fluxo de material na crosta média/inferior e manto é inferida pelos dados de gravimetria e magnetometria. Os Complexos Barro, Salgueiro e Lagoa das Contendas indicam bacias do ciclo Cariris Velhos, com idades entre 1.2-0.8 Ga. Já a parte alaranjada indica a crosta paleoproterozoica do Icaíçara relativa ao Complexo Parnamirim (2.1-1.9 Ga).

Figura 55 - Esquema ilustrando o modelo de *buckling* de como os segmentos de arco Conceição e bacia Cachoeirinha no orógeno linear são deformados em oróclinos acoplados para envolver uma peça equidimensional de crosta continental (Terreno Icaíçara).



Fonte: O autor (2022).

## 5 CONCLUSÕES

O **TIC** constitui um segmento crustal interpretado anteriormente como um possível *inlier* do embasamento paleoproterozoico, mas agora considerado neste trabalho como mais um terreno tectonoestratigráfico da Zona Transversal, uma vez que apresenta características geofísicas, litológicas, estruturais, além de grau metamórfico (Schermer, 1984; Howel, 1995) distintos dos domínios que o envolvem. Sua evolução estrutural é complexa, constituindo uma megadobra antiformal revirada de superfície axial ( $Sax_3$ ) com eixo  $Lb_3$  de direção NE em resposta ao forte encurtamento imposto pela orogênese brasileira, resultando em uma estruturação típica de tectônica extrusiva com escape geral para W-NW.

Na parte central, planos de foliação de baixo ângulo ( $0-30^\circ$ ) encontram-se preservados, relacionados a episódios convergentes riacianos e retrabalhamento crustal da transição Arqueano-Proterozóico (APT) com cavalgamentos para S-SW em direção ao cráton São Francisco (Complexo Entremontes).

Análises geométricas dos dados de foliação e lineação indicam que a estruturação geral corresponde a um padrão de interferência de dobramentos do tipo “caixa de ovos” ou “domos e bacias”, no qual o eixo  $Lb_1$  de direção E-W encontra-se afetado pelos eixos ortogonais  $Lb_2$  e  $Lb_3$ , de direções N-S e NNE-SSW, respectivamente, afetando principalmente as rochas do Complexo Barro. Isso é corroborado pelas lineações de estiramento mineral  $Lx$  que estão paralelizadas aos eixos de dobras  $Lb$  tardios (pois em dobramentos horizontais normais o  $Lx$  é ortogonal ao  $Lb$  no processo de dobramento). Isso finalmente produz uma espécie de padrão da fase D3 em bainha e associado com processos de transpressão em zonas de cisalhamento internas e nos limites do **TIC**.

Os marcadores deformacionais pretéritos são ainda paralelizados por tectônica transcorrente, sobretudo na porção sul onde predominam milonitos ligados ao Lineamento Pernambuco, impondo forte estiramento crustal ao longo da direção E-W; na porção leste pela Zona de Cisalhamento Riacho dos Bezerros (ou ZC Parnamirim), e oeste pela Zona de Cisalhamento Trempe, ambas de direção NE-SW e cinemática transcorrente sinistral, as quais correspondem à rotação horária (Jardim de Sá, 1994) e acomodação do transporte deste bloco crustal por meio de mecanismos de escape lateral dentro da Zona Transversal.



Os padrões de interferência de dobramentos podem ser polifásicos, uma vez que cada fase de dobramento estaria relacionada a um evento orogênico distinto. Logo, a primeira fase de deformação D1 estaria relacionada ao outrora denominado “Ciclo Transamazônico” numa foliação de baixo ângulo que afeta as rochas riacianas. A segunda fase D2 indicaria o ciclo Cariris Velhos no Toniano, com deposição e metamorfismo dos metassedimentos do Complexo Barro e intrusão sintectônica da Suíte Vale das Pedras. A terceira fase D3 ocorreu no evento Brasileiro verticalizando e transpondo estruturas pretéritas, estando relacionada ao fechamento da bacia Cachoeirinha, na forma de três faixas móveis que bordejam o **TIC**: Ouricuri-Bodocó, Parnamirim-Verdejante e Farinha-Jati.

Os retroeclogitos descritos por Beurlen et al. (1992) são peça-chave na evolução tectônica do **TIC**, uma vez que rochas de alta pressão evidenciam processos de subducção mesmo em oceanos considerados mais restritos espacialmente (Neves et al., 2015). Estas rochas afloram melhor ao longo da Zona de Cisalhamento Trempe, mas também apresentam lentes de rochas máficas-ultramáficas na forma de *boudins*/lentes dentro dos ortognaisses do Complexo Parnamirim na borda leste, próximo à Zona de Cisalhamento Riacho dos Bezerros.

O **TIC** constitui assim um importante segmento crustal na forma de Terreno Tectonoestratigráfico classificado como metamórfico, exótico e disperso, essencial para o entendimento da evolução litosférica da Província Borborema no modelo de tectônica acrescionária. Sua evolução tectônica registra um ciclo de Wilson completo, e corresponde a um pedaço de Bloco Cratônico maior da Zona Transversal, sendo hoje um Terreno correlacionado a outros três *basement inliers* paleoproterozóicos: Açude Coremas, São José do Caiana e São Pedro.

A colisão do Terreno Icaçara se deu inicialmente com os resquícios do cráton São Francisco dispersos/rompidos na forma de janelas estruturais do Complexo Entremontes de idade Arqueana. Alguns autores consideram esse processo tem forte ligação com Ribbons Continentais (Caxito et al., 2021), uma vez que a tafrogênese estateriana teria quebrado essas paleoplacas do Columbia/Nuna, e elas podem ou não ter perdido sua quilha litosférica no processo de abertura. Depois durante o ciclo Cariris-Velhos, instalou-se bacias Mesoproterozoicas a Tonianas de ambos os lados do Lineamento Pernambuco, como é o caso dos Complexos Cabrobó e Lagoa das Contendas. Com posterior fechamento desse evento e

retrabalhamento no criogeniano-brasiliano, vários processos de tectônica extroversa e introversa podem ter se intercalado na **PB** (Santos et al., 2021; Ganade et al., 2021).

Faltam ainda maiores dados geocronológicos (principalmente do Complexo Barro, para confirmar se é mesmo Toniano ou mais novo; e das Suítes Máficas Fazenda Esperança e Vale das Pedras) e geoquímicos para precisar aonde, como e quando os processos orogênicos ocorreram no **TIC** e **FPAB**, qual a disposição e extensão dos arcos magmáticos, além de detalhar a ocorrência de ofiolitos, retroeclogitos e xistos azuis (rochas de HP e UHP) nos limites de Terrenos dentro da Zona Transversal.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B., Fuck, R.A. (1981). Brazilian Structural Provinces: Na Introduction. *Earth-Science Reviews*, [S.l.], v. 17, p-1-29.  
[https://doi.org/10.1016/0012-8252\(81\)90003-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(81)90003-9)
- Angelim, L.A.A. & Kosin, M. (2001). (Org.). Folha Aracaju – NW. Nota Explicativa. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos do Brasil, CD-Rom.
- Beurlen, H., Da Silva Filho, A.F., Guimarães, I.P., Brito, S.B. (1992). Proterozoic C-type eclogites hosting unusual Ti-Fe ±Cr ±Cu mineralization in northeastern Brazil. *Precambrian Research*, 58: 195-214. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(92\)90119-9](https://doi.org/10.1016/0301-9268(92)90119-9)
- Beurlen, H., Villarroel, H.S. (1990). Petrografia de duas ocorrências de provável eclogito em Bodocó e Floresta no Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 20(1-4):111-121.  
<http://papegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11813>
- Bittar, S. M. B. (1998). *Faixa Piancó Alto Brígida: Terrenos Tectono-estratigráficos com regimes metamórficos e deformacionais contrastantes*. Tese (Doutorado), 126p. São Paulo: Instituto de Geociências – USP.  
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-18112015-101917/pt-br.php>
- Brito, M.F.L. (2018). A Formação Barra Bonita e o registro de “Retroeclogito” no limite entre a Faixa Riacho do Pontal e o Domínio Pernambuco-Alagoas, Província Borborema. *Anais do 49º Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro, pg. 900.  
<http://cbg2018anais.siteoficial.ws/resumos/8961.pdf>
- Brito Neves, B.B. (1975). Regionalização geotectônica do Precambriano nordestino. São Paulo, 198p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências/USP).
- Brito Neves, B. B. (2019). Terrenos Tectonoestratigráficos e/ou “Maçiços”. Evolução do conceito e aplicação na Zona Transversal da Província Borborema. *Terrae Didática*, 15, e019020. <https://doi.org/10.20396/td.v15i0.8655818>
- Brito Neves, B. B., Campos Neto, M. C. (2016). A Faixa de Dobramentos do Rio Salgado- noroeste da Zona Transversal- Província Borborema (PB-CE). *Geologia USP. Série Científica*, 16(3), 3-17. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v16i3p3-17>
- Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., Pimentel, M. M. (2014). The Brasiliano Collage in South America: a review. *Brazilian Journal of Geology*, vol. 44, n.3., p. 1-34  
<https://doi.org/10.5327/Z2317-4889201400030010>
- Brito Neves, B. B., Campos Neto, M. C., Van Schmus, W. R., Santos, E. J. (2001). O Sistema Pajeú-Paraíba e o Maciço São Jose de Campestre no leste da Borborema. *Revista Brasileira de Geociências*, 31(2), 173-184. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2001312173184>

Brito Neves, B.B., Fuck, R. A., Campanha, G.A.C. (2021). Basement inliers of the Brasiliano structural provinces of South America. *Journal of South American Earth Sciences*, 110 (2021) 103392. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103392>

Brito Neves, B. B., Passarelli, C. (2020). Terrenos tectonoestratigráficos dispersos do embasamento pré-brasiliano (São José do Caiana, Açude Coremas, Icaçara) na porção centro-oeste da Zona Transversal (Paraíba, Ceará e Pernambuco). *Geolo. USP. Série Científica* 20 (3), 81-105. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v20-159425>

Brito Neves, B. B., Passarelli, C. R., Basei, M. A. S., Santos, E. J. (2003). Idades U-Pb em Zircão de Alguns Granitos Clássicos da Província Borborema. *Geologia USP. Série Científica*, 3, 25-38. <https://doi.org/10.5327/S1519-874X2003000100003>

Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Fuck, R. A., Santos, L. M. (2016). A preserved early Ediacaran magmatic arc at the northernmost portion of the Transversal Zone, central subprovince of the Borborema Province, Northeastern South America. *Brazilian Journal of Geology*, 46(4), 491-508. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201620160004>

Brito Neves, B. B., Van Schmus, W. R., Campos Neto, M. C. (2018). Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida (PE-PB-CE), Regionalização geotectônica e geocronologia. *Geologia USP. Série Científica*, 18(4), 149-171. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v18-142182>

Brito Neves, B.B., Santos, E.J., Schmus, W.R.V. 2000. Tectonic History of the Borborema Province. In: Umberto Cordani, Edson José Milani, Antonio Thomaz Filho, Diogenes de Almeida Campos. (Org). *Tectonic Evolution of South America*. v 1: 151-182.

Brito Neves, B. B., & Silva Filho, A. F. da. (2019). Superterreno Pernambuco-Alagoas (PEAL) na Província Borborema: ensaio de regionalização tectônica. *Geologia USP. Série Científica*, 19(2), 3-28. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v19-148257>

Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco/ Departamento Nacional da Produção Mineral (CTG-UFPE/DNPM) (1983). *Projeto Extremo Oeste de Pernambuco, Escala 1/100.000*. Relatório de conclusão do curso de Geologia. Universidade Federal de Pernambuco.

Campos Neto, M.C., Brito Neves, B.B., Bittar, S.M.B. (1994). Evolução Tectônica do Nordeste Meridional: Sistema Piancó-Alto Brígida. Relatório de Projeto da FAPESP/Geociências – 92/20979-5. 60 p. (inédito – circulação restrita)

Carswell, D.A. (Ed.). 1990. *Eclogite Facies Rocks*, Chapman and Hall, New York. 396 p.

Cawood, P. A., Kröner, A., Collins, W.J., Kusky, T.M., Mooney, W.D., Windley, B.F. (2009). *Accretionary orogens through Earth history* Geological Society, London, Special Publications, 318:1-36.

Caxito F.A., Santos L.C.M.L., Ganade C.E., Bendaoud A., Fettous E.-H., Bouyo M.H. 2020a. Toward an integrated model of geological evolution for NE Brazil-NW Africa: The Borborema Province and its connections to the Trans-Saharan (Benino-Nigerian and Tuareg shields) and Central African orogens. *Brazilian Journal of Geology*, 50(2):e20190122. <https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190122>

Caxito F.A., Santos L.C.M.L., Uhlein A., Dantas E.L., Alkmim A.R., Lana C. 2020b. New U-Pb (SHRIMP) and first Hf isotope constraints on the Tonian (1000-920 Ma) Cariris Velhos event, Borborema Province, NE Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 50(2):e20190082. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-4889202020190082>

Caxito, F.A., Uhlein, A., Dantas, E.L. (2014a). The Afeição augen-gneiss Suite and the record of the Cariris Velhos Orogeny (1000-960 Ma) within the Riacho do Pontal fold belt, NE Brazil. *J. South. Am. Earth Sci.*, 51:12-27. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2013.12.012>

Caxito, F.A., Uhlein, A., Dantas, E.L., Stevenson, R., Salgado, S.S., Dussin, I.A., Sial, A.N. (2016). A complete Wilson-Cycle recorded within the Riacho do Pontal Orogen, NE Brazil: Implications for the Neoproterozoic evolution of the Borborema Province at the heart of West Gondwana. *Precambrian Research*, 282: 97-120. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2016.07.001>

Caxito, F.A., Uhlein, A., Stevenson, R., Uhlein, G.J. 2014b. Neoproterozoic oceanic remnants in northeast Brazil. *Geology*, v.42; no. 5; p. 387-390; <https://doi.org/10.1130/G35479.1>

Coleman, R.G., Lee, D.E. Beatty, L.B., Brannock, W. (1965). Eclogites and eclogites: their differences and similarities. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 76: 483-508. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1965\)76\[483:EAETDA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1965)76[483:EAETDA]2.0.CO;2)

Coney, P.J., Jones, D.L., Monger, J.W.H. (1980). Cordilleran suspect terranes. *Nature* Vol. 288: 329-333. <https://doi.org/10.1038/288329a0>

Cruz, R.F. (2015). (Org.). *Geologia e Recursos Minerais da Folha Parnamirim, estado de Pernambuco: texto explicativo*. Recife: CPRM-RE. 146 p.

Cruz, R.F., e Marinho, M.S. (2013). *Carta Geológica da Folha Parnamirim SC. 24-V-B-II Estado de Pernambuco*. Recife: CPRM. Escala 1: 100.000. Programa Geologia do Brasil – PGB.

Cunha, A.L.C., Pereira, C.S., Lima, F.J.C., Lages, G.A., Palmeira, L.C.M., Santos, C.A., Melo, S.C. (2019). Considerações Tectônicas das Rochas Máficas-Ultramáficas da Suíte Fazenda Esperança, Bodocó (PE). *Anais do 28º Simpósio de Geologia do Nordeste, Aracaju (SE)*, p. 221.

Dantas, E.L., Van Schmus, W.R., Hackspacher, P.C., Fetterc, A.H., Brito Neves, B.B. de Brito Neves, Cordani, U., Nutman, A.P., Williams, I.S. (2004). The 3.4–3.5 Ga São José do Campestre massif, NE Brazil: remnants of the oldest crust in South America. *Precambrian Research*, 130: 113–137. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2003.11.002>

De Lira Santos, L.C.M.; Dantas, E.L.; Vidotti, R.M.; Cawood, Peter; Dos Santos, E.J.; Fuck, R.A.; Lima, H.M. (2017). Two-stage terrane assembly in Western Gondwana: Insights from structural geology and geophysical data of central Borborema Province, NE Brazil. *Journal of Structural Geology*, v. 103, p. 167-184. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2017.09.012>

DePaolo, D. J. (1988). *Neodymium Isotope Geochemistry: An Introduction*. Heidelberg: Springer Verlag, 187 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48916-7>

DePaolo, D. J., Linn, A.M., Schubert, G. (1991). The continental age distribution: methods of determining mantle separation ages from Sm–Nd isotopic data and application to the southwestern United States. *Journal of Geophysical Research*, 96(B2), 2071-2088. <https://doi.org/10.1029/90JB02219>

Ganade, C.E., Weinberg, R. F., Caxito, F., Lopes, L., Tesser, L., Costa, I. (2021). Decratonization by rifting enables orogenic reworking and transcurrent dispersal of old terranes in NE Brazil. *Nature Scientific Reports*, 11 (5719). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84703-x>

Ganade, C.E., Weinberg, R. F., de Paula, R.R., Lopes, L.B.L., Tesser, L.R., Costa, I. (2019). Neoproterozoic Decratonization, Transcurrent Tectonics and Terrane Dispersion in NE Brazil. *Anais do 28º Simpósio de Geologia do Nordeste, Aracaju (SE)*, p. 489.

Ganade, C.E., Cordani, U.G., Agbossoumounde, Y., Caby, R., Basei, M.A.S., Weinberg, R.F., Sato, K. Tightening-up NE Brazil and NW Africa connections: New U-Pb/Lu-Hf data of a complete plate tectonic cycle in the Dahomey belt of the West Gondwana Orogen in Togo and Benin. *Precambrian Research* 276, 24-42. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2016.01.032>

Ganade de Araújo C.E., Rubatto D., Hermann J., Cordani U.G., Caby R., Basei M.A.S. 2014a. Ediacaran 2,500-km-long synchronous deep continental subduction in the West Gondwana Orogen. *Nature Communications*, 5:5198. <https://doi.org/10.1038/ncomms6198>

Ganade de Araújo C.E., Weinberg R.F., Cordani U.G. 2014b. Extruding the Borborema Province (NE-Brazil): A two-stage Neoproterozoic collision process. *Terra Nova*, 26(2):157-168. <https://doi.org/10.1111/ter.12084>

Gibbons, W. (1994). Suspect Terranes. In: P. L. Hancock (Ed.), *Continental Deformation* (p. 305-319). Oxford, Nova York, Seoul, Tóquio: Pergamon Press.

Gomes, H. A. (2001). *Mapa Geológico do Estado de Pernambuco, escala 1/500.000*. Brasília/Recife: Serviço Geológico do Brasil (CPRM)/Secretaria de Desenvolvimento, Turismo e Esportes do Governo de Pernambuco.

Guimarães, I. P., Van Schmus, W. R., Brito Neves, B. B., Bittar, S. M., Silva Filho, A. F., Armstrong, R. (2012). U Pb zircon ages of orthogneisses and supracrustal rocks of the Cariris Velhos belt: onset of Neoproterozoic rifting in the Borborema Province,



NE Brazil. *Precambrian Research*, 192- 195, 52-77.  
<https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.10.008>

Howell, D. G. (1989). *Tectonics of suspect terranes: mountain building and continental growth*. 2nd ed. London, Chapman and Hall. 233p.

Howell, D. G. (1995). *Principles of Terrane Analysis: New Applications for the Global Tectonics*. 2. ed. Londres: Chapman & Hall, 235 p.

Horikawa, Y., Torres, H.H., Gomes, H.A., Melo, C.B., Lins, C.A., Barbosa, A.G. and Muniz, M.B. (1979). Projeto Bodocó-Relatório Final. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, Recife, 33p. il., com anexos.  
<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/8139>

Jardim de Sá, E.F. (1994). A Faixa Seridó (Província Borborema NE do Brasil) e seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan-Africana. Inst. De Geociências, Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 803p.

Johnston, S.T., Weil, A.B., Gutierrez-Alonso, G. (2013). Oroclines: thick and thin. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 125, 643-663.

Jones, D.L., Howell, D.G., Coney, P.J., Monger, J.W.H. (1982). Recognition, character and analysis of tectonostratigraphic terranes in western north America: Center for Academic Publication Japan, Oji Seminar Volume.

Kozuch, M. (2003). Isotopic and Trace elements Geochemistry of Early Neoproterozoic Gneissic and Metavolcanic Rocks in the CaririsVelhosOrogen of the Borborema Province, Brazil, and their bearing on Tectonic Setting. Tese (PhD). Lawrence: Department of Geology, Faculty of the Graduate School, University of Kansas, 199 p.

Lages, G.A. & Dantas, E.L. (2016). Floresta and Bodocó Mafic-Ultramafic Complexes, western Borborema Province, Brazil: geochemical and isotope constraints for evolution of a Neoproterozoic arc environment and retro-eclogitic hosted Ti-mineralization. *Precambrian Research*, 280: 95-119.  
<https://doi.org/10.1016/j.precamres.2016.04.017>

LASA Engenharia e Prospecções S.A. (2006). Projeto Levantamento Aerogeofísico Pernambuco-Piauí. Relatório Final do Levantamento e Processamento dos Dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Relatório Final, Texto.  
<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/10138>

Lahtinen, R., Johnston, S., Nironen, M. (2014). The Bothnian coupled oroclines of the Svecofennian Orogen: a Paleoproterozoic terrane wreck. *Terra Nova*, 0: 1-6.  
<https://doi.org/10.1111/ter.12107>.

Laurent, O., Martin, H., Moyen, J.F., Doucelance, R. (2014). The diversity of late-Arquean granitoids: Evidence for the onset of “modern-style” plate tectonics between 3.0 and 2.5 Ga. *Lithos*, 205: 208-235. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2014.06.012>  
 Lillie, R.J. (2005). *Parks and Plates: The Geology of our National Parks, Monuments and Seashores*. New York, W. W. Norton and Company, 298 pp.  
[www.amazon.com/dp/0134905172](http://www.amazon.com/dp/0134905172)

Mariano, G. 2018. Livro *Aventurina*, p. 29. Disponível em <http://www.gmariano.com.br/livros.htm>

Martin, H., Smithies, R.H., Rapp, R., Moyen, J.F., Champion, D. (2005). An overview of adakite, tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG), and sanukitoid: relationships and some implications for crustal evolution. *Lithos*, 79: 1-24.  
<https://doi.org/10.1016/j.lithos.2004.04.048>

Medeiros, V. C. (2004). *Evolução geodinâmica e condicionamento estrutural dos terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, Domínio Zona Transversal, NE do Brasil*. Tese (Doutorado). Natal: Centro de Ciências Exatas e da Terra, UFRN, 185 p.  
<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/18350>

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. 89p.

Medeiros, V. C., Cavalcante, R., Cunha, A. L. C., Dantas, A. R., Costa, A. P., Brito, A. A., Rodrigues, J. B., Silva, M. A. (2017). O furo stratigráfico de Riacho Fechado (Currais Novos/RN), Domínio Rio Piranhas-Seridó (Província Borborema, NE Brasil): Procedimentos e Resultados. *Estudos geológicos (UFPE)*, v. 27(3), p. 3-44.

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. *Anais do XV Simpósio de Geologia do Nordeste*, pg. 284-287. Natal.

Mendes, V.A. (1983). Projeto Cachoeirinha – Folha Bodocó, Mapas e Nota Explicativa. Recife, CPRM/DNPM, 14p. <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/4002>

Miranda, T.S., Neves, S.P., Celestino, M.A.L., Roberts, N.M.W. (2020). Structural evolution of the Cruzeiro do Nordeste Shear Zone (NE Brazil): Brasiliano-Pan-African- ductile-to-brittle transition and Cretaceous brittle reactivation. *Journal of structural geology*, 141 (104203). <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2020.104203>

Neves, S. P., Lages, G. A., Brasilino, R. G., Miranda, A.W. A. (2015). Paleoproterozoic accretionary and collisional processes and the build-up of the Borborema Province (NE Brazil): Geochronological and geochemical evidence from the Central Domain. *Journal of South American Earth Sciences*, 58: 165-187.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2014.06.009>

Oliveira, R.G.; Medeiros, W.E. 2018. Deep crustal framework of the Borborema Province, NE Brazil, derived from gravity and magnetic data. *Precambrian Research*, v. 315, p. 45-65. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2018.07.004>

Palmeira, L.C.M., Pereira, C.S., Santos, C.A., Lima, F.J.C., Cunha, A.L.C., Alcântara, V.C. (2019). Caracterização Petrográfica das rochas Sienitóides da Folha Ouricuri, Faixa Piancó-Alto Brígida. Anais do 28º Simpósio de Geologia do Nordeste, Aracaju (SE), p. 409.

Pereira, C.S. (2021). Perfil Gravimétrico entre os Terrenos São Pedro e Icaçara, Zona Transversal da Província Borborema. Anais do 50º Congresso Brasileiro de Geologia, Brasília (DF), volume 2, p. 919.

Pereira, C.S., Lages, G.A., Santos, L.C.M.L., Palmeira, L.C.M., Lima, F.J.C., Cunha, A.L.C., Santos, C.A., Dantas, E.L. (2019a). Padrões de Interferência e Significado Estrutural do Fragmento Icaçara, Zona Transversal, Província Borborema. Anais do 28º Simpósio de Geologia do Nordeste, Aracaju (SE), p. 486.

Pereira, C.S., Palmeira, L.C.M., Santos, C.A., Lima, F.J.C., Cunha, A.L.C., Lages, G.A. (2019b). Geologia da região de Ouricuri, limite entre a faixa Piancó-Alto Brígida e o Subdomínio São Pedro, Zona Transversal da Província Borborema. Anais do 28º Simpósio de Geologia do Nordeste, Aracaju (SE), p. 28.

Pereira, C.S., Santos, L.C.M.L., Lages, G.A., Palmeira, L.C.M. (2021). Significado do Registro Estrutural do Complexo Barro e Inferências acerca da Suíte Máfica Intrusiva Vale das Pedras no Fragmento Icaçara, Zona Transversal da Província Borborema. Anais do 50º Congresso Brasileiro de Geologia, Brasília (DF), volume 2, p. 433.

Pereira, C.S., Santos, L.C.M.L., Lages, G.A., Cunha, A.L.C., Palmeira, L.C.M. (2020). Geologia Estrutural do Complexo Barro na região de Parnamirim, Fragmento Icaçara, Província Borborema. Anais da 1ª Semana Geológica do PPGEIOC-UFPE, p. 31. <https://semanageologicappg.wixsite.com/meusite>

Pereira, L.C.L., Santos, L.C.M.L., Carrino, T.A. 2019. The role of airborne geophysics in the investigations of gold occurrences in the Itapetim Region, Borborema Province, Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Geology* 49(3). <https://doi.org/10.1590/2317-4889201920190028>

Reddy, S.M., Evans, D.A.D. (2009). Palaeoproterozoic supercontinents and global evolution: correlations from core to atmosphere. *In: Palaeoproterozoic Supercontinents and Global Evolution*. Geological Society, London, Special Publications, 323: 1– 26. <https://doi.org/10.1144/SP323.1>

Santos, C.A., Pereira, C.S., Palmeira, L.C.M., Lima, F.J.C., Lages, G.A., Cunha, A.C., Brito, M.F.L., Santos, R.B. (2021). Avaliação do potencial mineral do Oeste de PE para ouro e metais base. Estados de Pernambuco e Ceará. Mapa Geológico, escala 1: 250.000. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20474>

Santos, E. J. (1996). Ensaio Preliminar sobre Terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema. *XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia*, 47-50. Salvador: SBG. Disponível em: <http://www.sbgeo.org.br/home/pages/44>

Santos, E. J. (1995). O complexo granítico Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borborema. Tese (Doutorado), 279 p. São Paulo: Instituto de Geociências – USP.

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-28102015-094036/pt-br.php>

Santos, E. J., Medeiros, V. C. (1999). Constraints from granitic plutonism on Proterozoic crustal growth of the Transverse Zone, Borborema Province, NE Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29: 73-84.

Santos, E. J., Oliveira, R. G., Paiva, I. P. (1997). Terrenos no domínio transversal da Província Borborema: controles sobre acreção e retrabalhamento crustais ao sul do Lineamento Patos. *XVII Simpósio de Geologia do Nordeste*, 141-144. Fortaleza: SBG/Núcleo Nordeste.

Santos, E. J., Souza Neto, J. A., Silva, M. R. R., Beurlen, H., Cavalcanti, J. A. D., Dias, V., M., Costa, A. F., Santos, L. C. M. L., Santos, R. B. (2014). Metalogênese das porções norte e central da Província Borborema. In: M. G. Silva, M. B. Rocha Neto, H. Jost, R. Kuyumjian (Eds.), *Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*, 343-388. Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

Santos, E.J., Van Schmus, W.R., Kozuch, M., and Brito Neves, B.B. (2010). The Cariris Velhos tectonic event in northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 29:61–76. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.07.003>

Santos, L.C.M.L. & Caxito, F. A. 2021. Accretionary models for the Neoproterozoic evolution of the Borborema Province: advances and open questions. *Brazilian Journal of Geology*, v. 1, p. 1, 2021. <https://doi.org/10.1590/2317-4889202120200104>

Santos, L. C. M. d. L., Dantas, E. L., Cawood, P. A., Lages, G. d. A., Lima, H. M., & dos Santos, E. J. (2018b). Accretion tectonics in western Gondwana deduced from Sm-Nd isotope mapping of terranes in the Borborema Province, NE Brazil. *Tectonics*, 37(8): 2727-2743. <https://doi.org/10.1029/2018TC005130>

Santos, L.C.M.L., Fuck, R.A., Santos, E.J., Dantas, E.L. (2014). Análise Tectônica de Terrenos: Metodologia, Aplicação em Cinturões Orogênicos e exemplo das Províncias Tocantins e Borborema, Brasil. *Geonomos*, v. 22, p. 51-63. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v22i2.317>

Santos, L. C. M. d. L., Fuck, R.A., Santos, E.J., Dantas, E.L. 2014. Análise Tectônica de Terrenos: metodologia, aplicação em cinturões orogênicos e exemplo das Províncias Tocantins e Borborema, Brasil. *Geonomos* 22(2): 51-63. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v22i2.317>

Schmer, E.R., Howell., D.G., Jones, D.L. 1984. The Origin of Allochthonous Terranes: Perspectives on the Growth and Shaping of Continents. *Ann. Ver. Earth Planet. Sci.* 12:107-131. <https://doi.org/10.1146/annurev.ea.12.050184.000543>

Sial A.N. & Ferreira V.P. 2016. Magma association in Ediacaran granitoids of the Cachoeirinha-Salgueiro and Alto Pajeú terranes, northeastern Brazil: Forty years of

studies. *Journal of South American Earth Sciences*, 68:113-133.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.10.005>

Silva, E. P., Rodrigues, M.A.C., Oliveira, R.G., Domingos, N.R.R. (2017). Projeto ARIM Ouro e Metais Base do Oeste de Pernambuco, Estado de Pernambuco: Mapa de interpretação de dados aerogeofísicos. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2017. 1 mapa colorido. 120 cm x 75 cm. Escala 1:250000. Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil. <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/18632>

Silva, L.C., Armstrong, R., Pimentel, M.M., Scandola, J., Ramgrab, G., Wildner, W., Angelim, L.A.A., Vasconcelos, A.M., Rizzoto, G., Quadros, M.L.E.S., Sander, A., Rosa, A.L.Z. 2002. Reavaliação da evolução Geológica em Terrenos Precambrianos Brasileiros com 10 base em novos dados U-Pb SHRIMP, Parte III: Províncias Borborema, Mantiqueira Meridional e Rio Negro-Juruena. *Revista Brasileira de Geociências*, 32(4): 529-544.

Silva Filho, M. A. (coord.) (1985). *Projeto Cachoeirinha Relatório Final. Volume 1. Texto*. Companhia de Pesquisas de Recurso Minerais-CPRM, Superintendência Regional do Recife (SUREG-Recife). 122 p. Inédito.  
<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/7654>

Uchôa Filho, E.C., Vale, J.A.R., Basto, C.F., Silveira, D.A., Freitas, M.S., Pedrosa Jr, N.C. 2019. Mapa de integração geológico-geofísico: Faixa Riacho do Ponta. Teresina, CPRM. Escala 1:250.000 (integração geológica e de recursos minerais das faixas marginais da borda norte-nordeste do Cráton São Francisco).  
<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/18671>

Van Schmus, W.R., Kozuch, M., Brito Neves, B.B. (2011). Precambrian history of the Zona Transversal of the Borborema Province, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 31(2-3): 227-252. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.010>

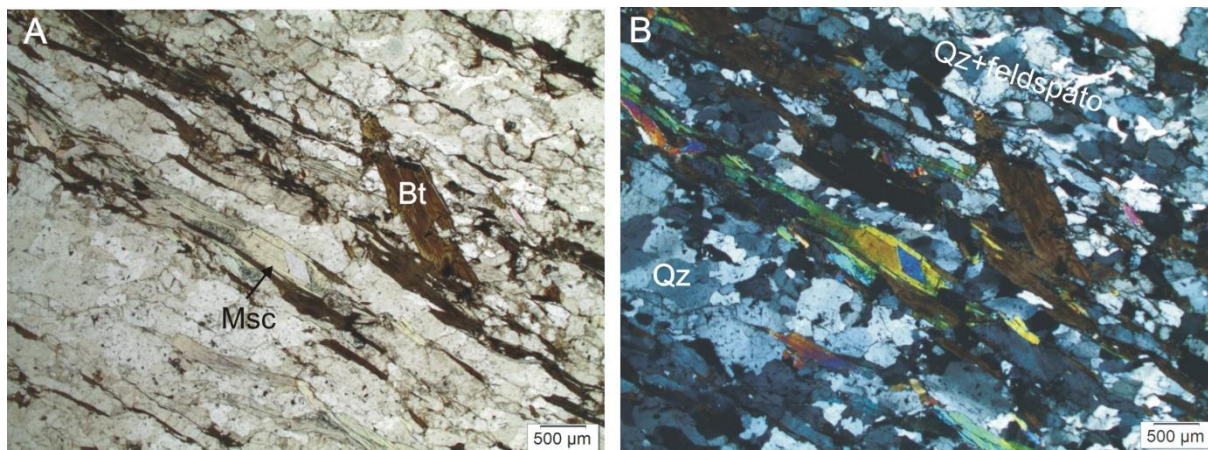
Van Schmus, W.R., Olivira, E.P., Silva Filho, A. F., Toteu, S.F., Penaye, J., Guimarães, I.P. Proterozoic links between the Borborema Province, NE Brazil, and the Central African Fold Belt. *Geological Society, London, Special Publications*, **294**: 69-99. <https://doi.org/10.1144/SP294.5>

Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Hackspacher, P., Babinski, M., 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of eastern Borborema Province, northeastern Brazil: initial conclusions. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8: 267–288.  
[https://doi.org/10.1016/0895-9811\(95\)00013-6](https://doi.org/10.1016/0895-9811(95)00013-6)

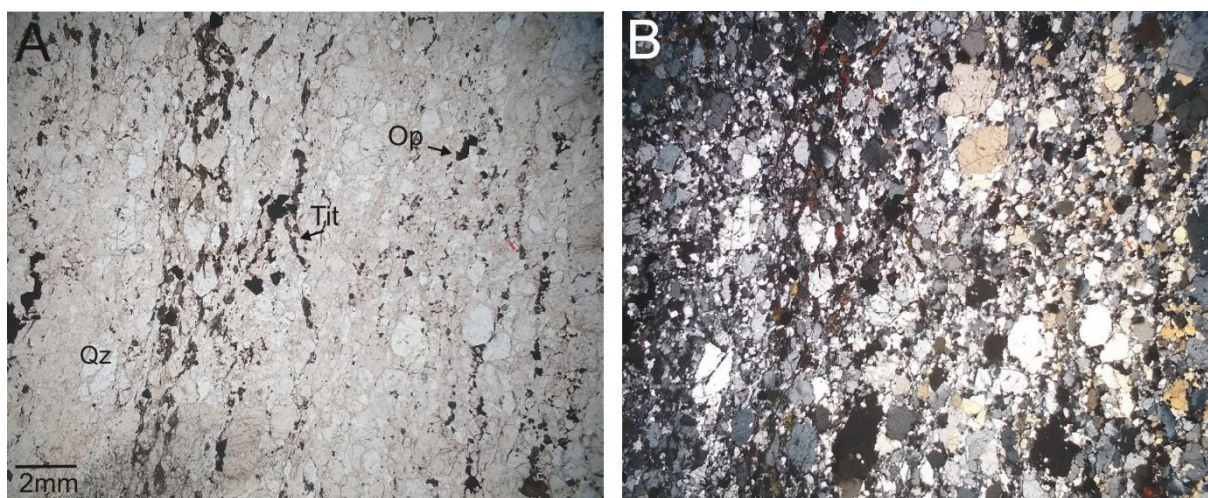
Vauchez, A., Neves, S., Caby, R., Corsini, M., Egydio-Silva, Arthaud, M., Amaro, V. (1995) The Borborema shear zone system, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8: 247-266. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(95\)00012-5](https://doi.org/10.1016/0895-9811(95)00012-5)

## APÊNDICE A – PETROGRAFIA

### Complexo Parnamirim

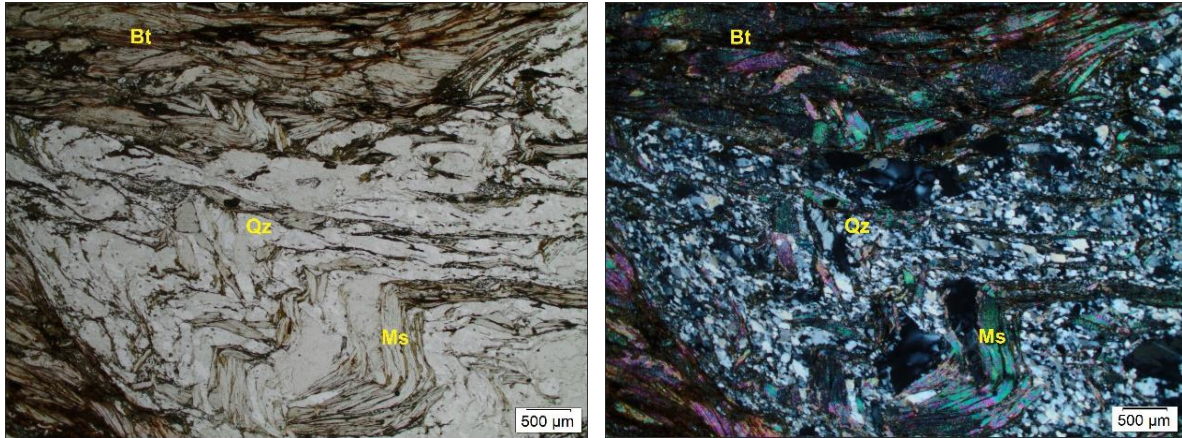


Fotomicrografia 1, com objetiva de 5x, nicóis paralelos (A) e cruzados (B). Muscovita-biotita gnaiss. Notar o bandamento bem desenvolvido e cristal de biotita obliqua à foliação (“*mica fish*”) principal, ressaltando outra direção de foliação na rocha. CP-01 A, Muscovita-biotita gnaiss com granada.



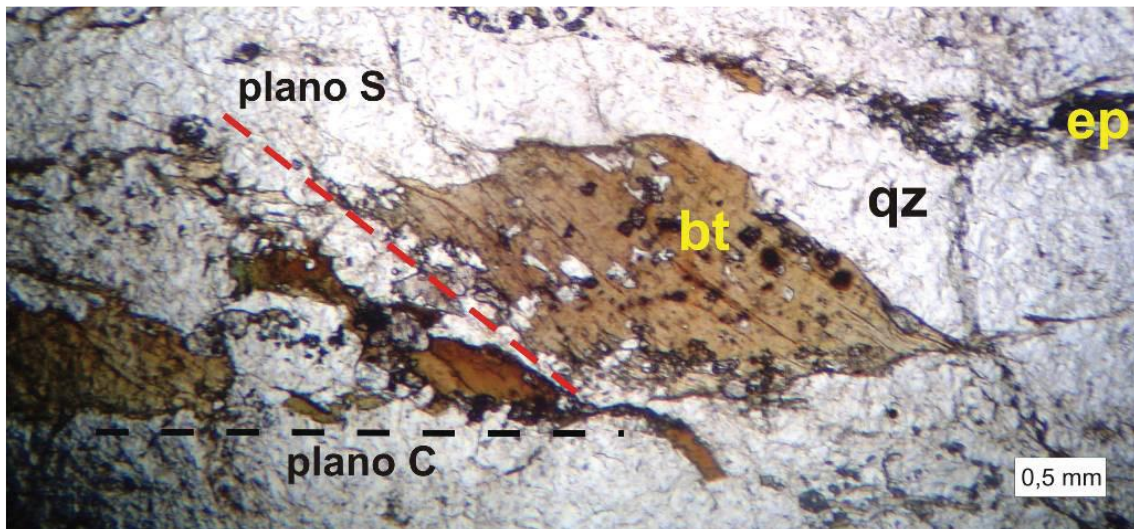
Fotomicrografia 2, nicóis paralelos (A) e cruzados (B, objetiva de 2x. Aspecto geral da rocha mostrando um textura milonítica bastante recristalizada dominada por quartzo e feldspato. Notar que o mineral máfico predominante são os opacos, seguidos por titanita e biotita. Amostra CP-22, Gnaiss milonítico com opacos–cordierita–anfíbólio sódico (riebeckita).





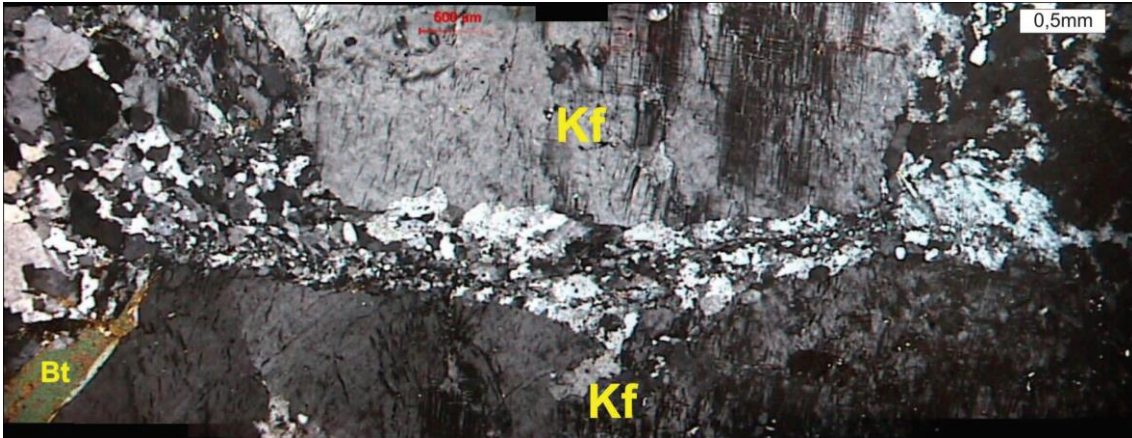
Fotomicrografia 3. AL-36 B. Biotita-Muscovita Quartzito. Fotomicrografia mostrando a mineralogia geral da rocha composta por Biotita (Bt), Muscovita (Ms) e Quartzo (Qz). Luz Transmitida. N // à esquerda e N X à direita, com microdobras parasitas alternando níveis lepidoblásticos e granoblásticos.

### Suíte Icaíçara

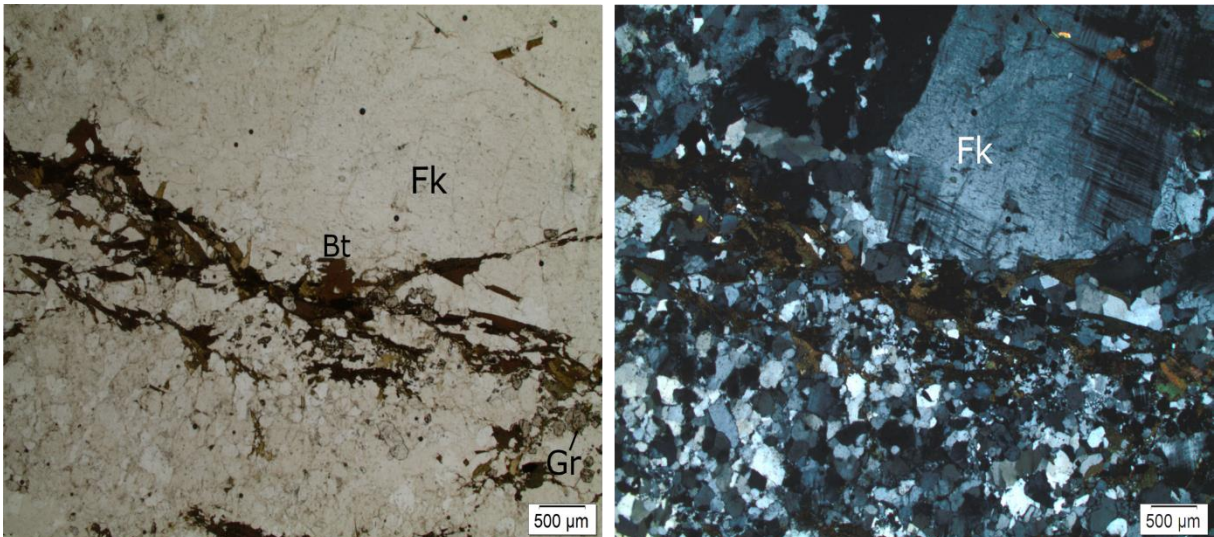


Fotomicrografia 4. Biotita “mica fish” (bt) com linhas tracejadas indicando fabrica s-c. Bandas estreitas e azuis de epidoto (ep) acompanham bandas largas e brancas de quartzo (qz). Fotomicrografia em nicóis paralelos de augen gnaiss granítico, Sítio Barreirinho em Parnamirim.



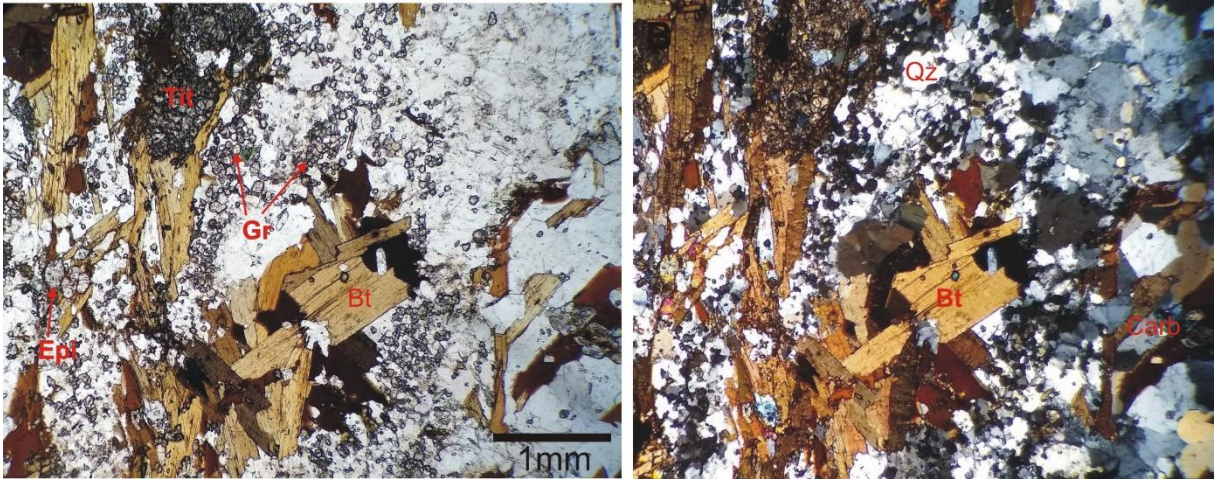


Fotomicrografia 5. Aspecto geral da foliação milonítica bordejando na interface de dois porfiroblastos de K-feldspato (Kf). Fotomicrografia em nicóis cruzados de augen gnaiss granítico com biotita (Bt), Serrote Jaburu em Parnamirim.



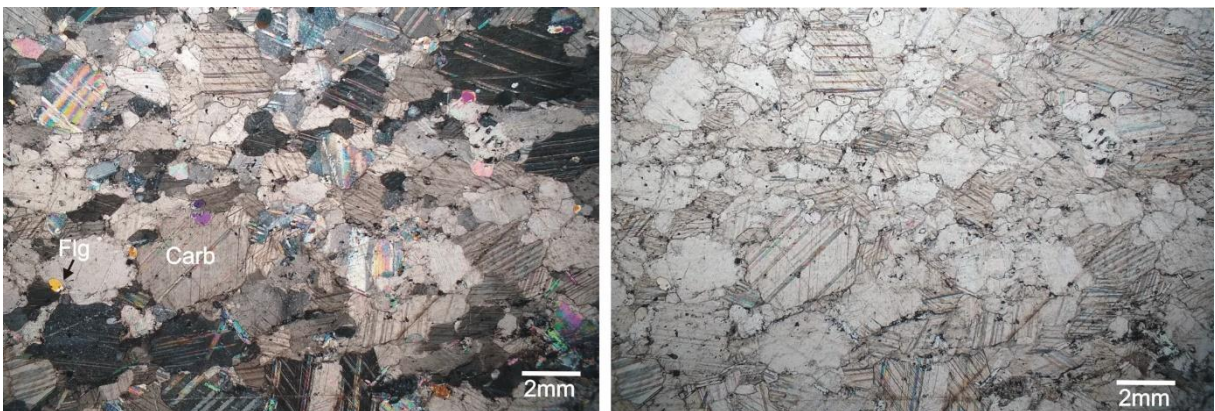
Fotomicrografia 6, objetiva 2x, nicóis paralelos à esquerda e cruzados à direita. Biotita augen gnaiss com granada (Gr). Notar porfiroclastos de feldspato potássico (Fk), contornado por nível de mineral máfico anastomosado e nível quartzo-feldspático recristalizado, compondo a foliação/bandamento da rocha. Biotita-augen gnaiss com granada.



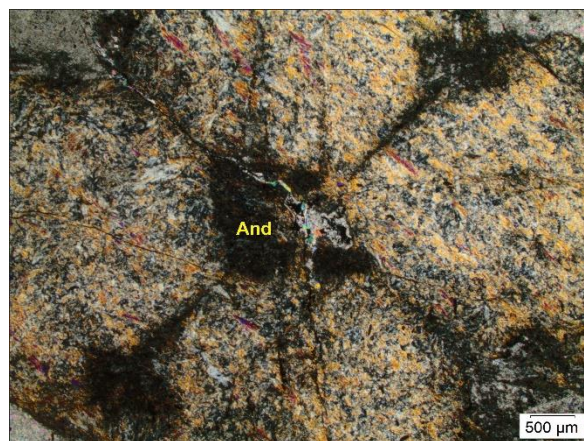
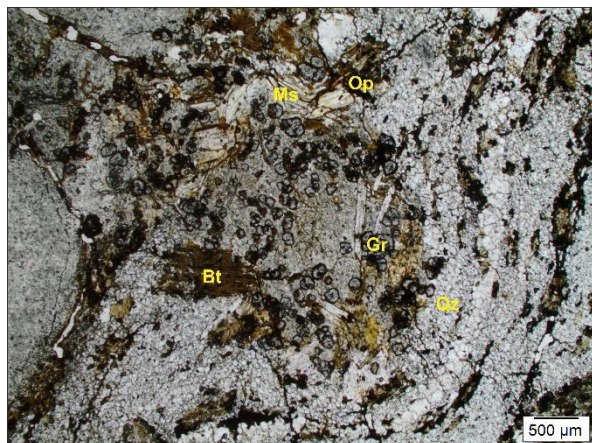


Fotomicrografia 7, nicóis paralelos à esquerda e cruzados à direita, objetiva de 4x. Aspecto geral da rocha mostrando textura lepidoblástica, estrutura foliada / bandada e as principais fases minerais, com destaque para os finos cristais de granada que se comportam como microporfiroblastos. Abreviações, Bt: biotita, Gr: granada, Epi: epidoto, Tit: titanita. Granada- biotita (augen) gnaiss monzogranítico.

### Complexo Barro



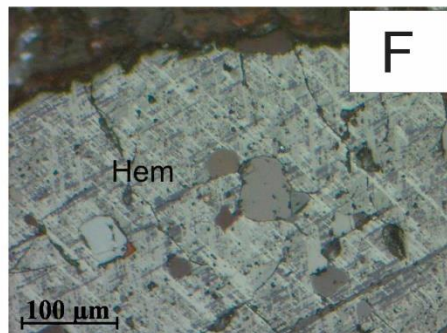
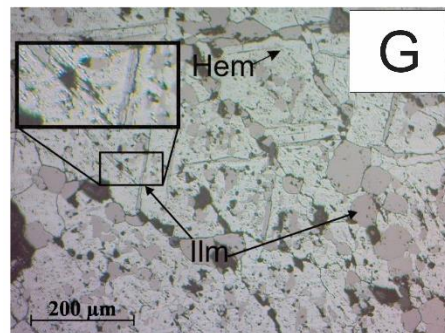
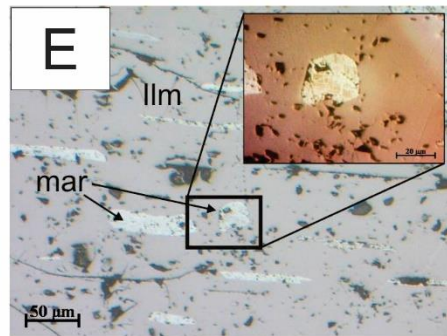
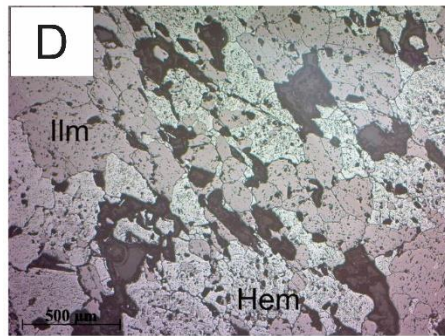
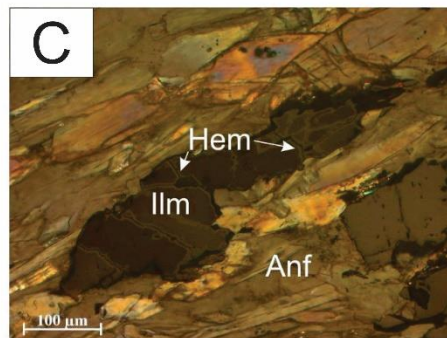
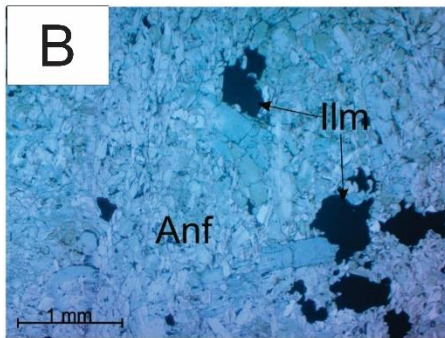
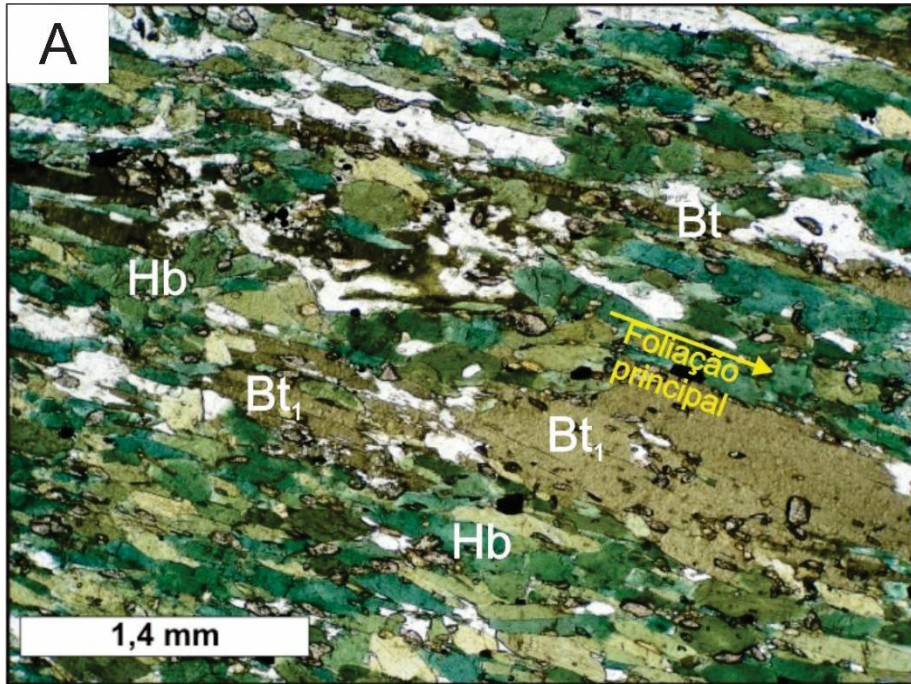
Fotomicrografia 8, CP-15, nicóis cruzados e paralelos, respectivamente, objetiva de 2x. Aspecto geral da rocha com sua textura granoblástica poligonal característica com finos cristais de flogopita dispersos. Mármore calcítico com flogopita.



Fotomicrografia 9, mostrando a mineralogia geral da rocha composta por Quartzo (Qz), Biotita (Bt), Granada (Gr), Muscovita (Ms) e Opacos (Op). Luz Transmitida. N //Fotomicrografia mostrando detalhe do porfiroblasto de Andaluzita (And). Luz Transmitida. N X. AL-34. Muscovita-Granada-Andaluzita-Biotita Xisto.



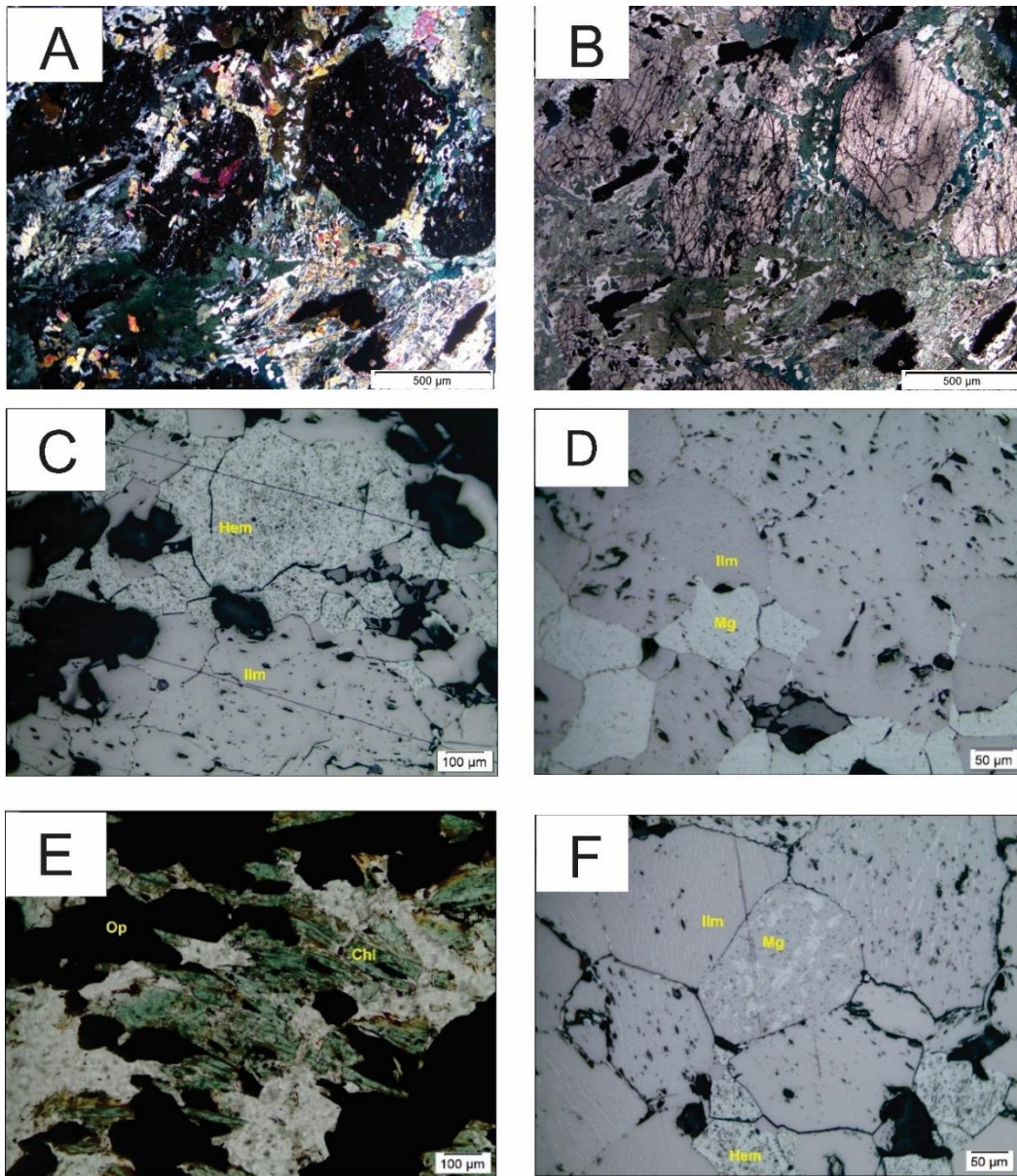
## Suíte Vale das Pedras



Fotomicrografia 10, de lâmina petrográfica do ponto RF-524 (ou CP-200) em amostra de anfibolito da Suíte Intrusiva Vale das Pedras. A imagem apresenta a mineralogia básica da rocha, assim como a forte foliação metamórfica com textura lepidonematoblástica, Bt: biotita e Hb: hornblenda. B) Anfibolito composto por actinolita (Anf) e ilmenita (Ilm) apresenta textura decussada. Luz polariza da plana, amostra RF-495. C) Ilmenita (Ilm) alinhada segundo a foliação mostrando fraturas substituídas por hematita (Hem). Luz refletida e nicóis parcialmente cruzados. Amostra RF-495b. D) Agregados de ilmenita (Ilm) envolto por hematita (Hem). Luz refletida, amostra RF-495a. E) Inclusões lamelares de martita (mar) em ilmenita (Ilm). No detalhe martitização com textura trellis. Luz refletida, amostra RF-495a. F) Inclusões granulares e lamelares de ilmenita (Ilm) em hematita (Hem). No detalhe as lamelas de ilmenita mostram textura trellis. Luz refletida, amostra RF-495a. G) Hematita apresenta textura trellis típica de formação a partir de magnetita. Luz refletida e polarizadores cruzados, amostra RF-495a.

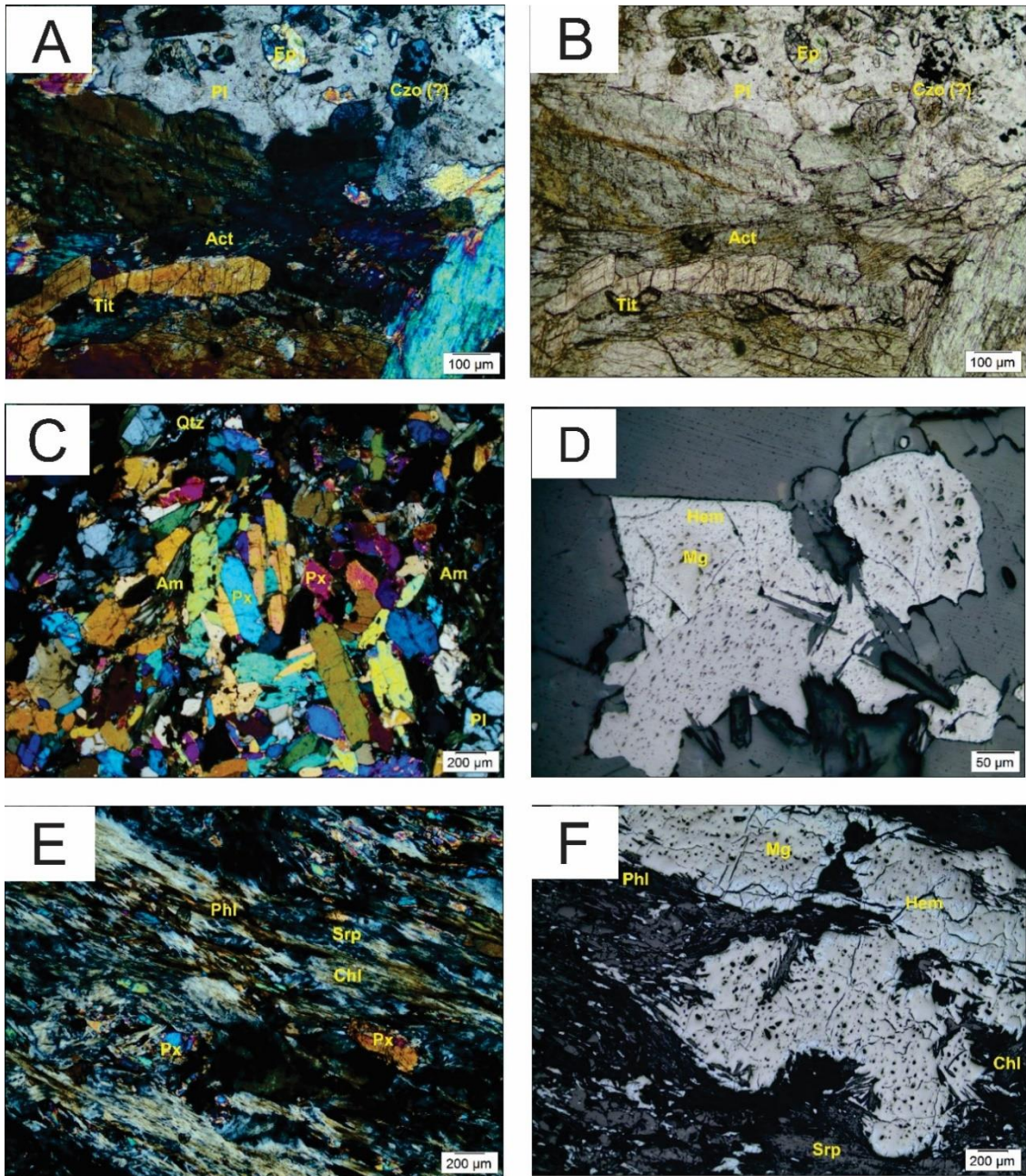


## Suíte Fazenda Esperança



Fotomicrografia 11. Amostra AL-64 A, mostrando porfiroblastos de granada envoltos por simplectitas de piroxênio, anfibólio e plagioclásio, típicas de processos de descompressão em rochas eclogíticas, (A) nicóis cruzados e (B) nicóis paralelos; Mineral de minério, CP-21 B, Ilmenomagnetitito, com cristais subédricos de ilmenita (C e D) de cor rosada e menor reflectância se comparada aos cristais de magnetita (D) e hematita (C); Fotomicrografias da amostra CP-22, Clorita-Opacos Xisto em seção delgada (E), com cristais de clorita ligeiramente orientados. Minério Maciço de Ferro e Titânio (F) em seção polida, com lamelas de exsolução de magnetita dentro da ilmenita, bem como processos de martitização gerando hematita a partir de magnetita.





Fotomicrografia 12. AL-36 C, Epidoto-Titanita-Actinolito a nicóis cruzados (A) e paralelos (B), tendo plagioclásio na matriz; titanita, epidoto e clinzoisita como acessórios. Notar cristal maior de anfibólio truncando a foliação principal Sn; Magnetita-Actinolita-Piroxenito (AL-38) em seção delgada (C) e polida (D). Notar foliação de fluxo magmático dos piroxênios sendo obliterada pela foliação metamórfica dos anfibólios (C), tendo plagioclásio e quartzo como acessórios, além de cristal de magnetita martitisado com algumas faces retas (D). AL-39 A, Magnetita-Piroxênio-Clorita-Flogopita Serpentinito. Notar textura lepidonematoblástica (E), sendo clorita e flogopita relativas ao retrometamorfismo no fácies Xisto Verde. Rocha mineralizada em magnetita e hematita (F).



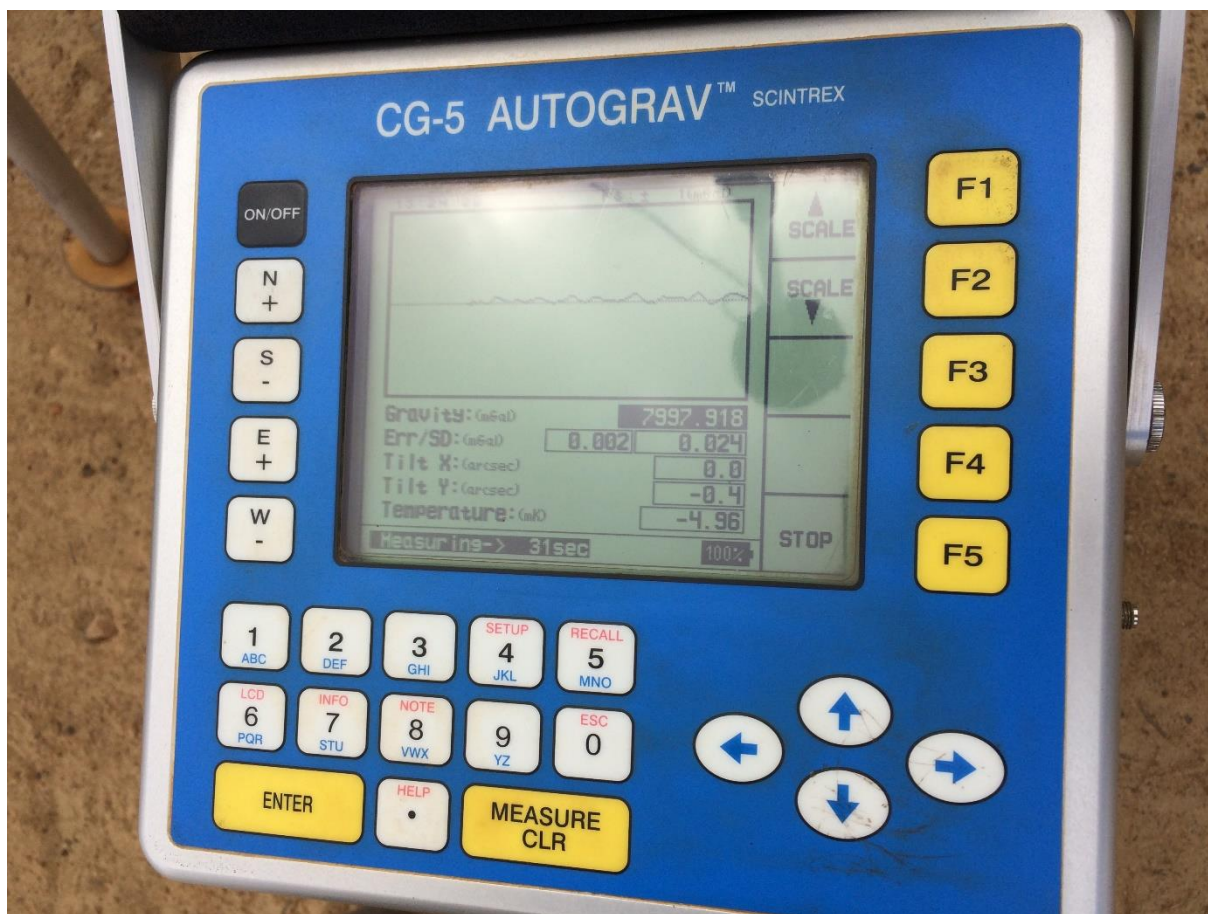
## APÊNDICE B – FIGURAS DOS LEVANTAMENTOS GRAVIMÉTRICOS TERRESTRES



Bases Gravimétricas: exemplo de transporte de bases

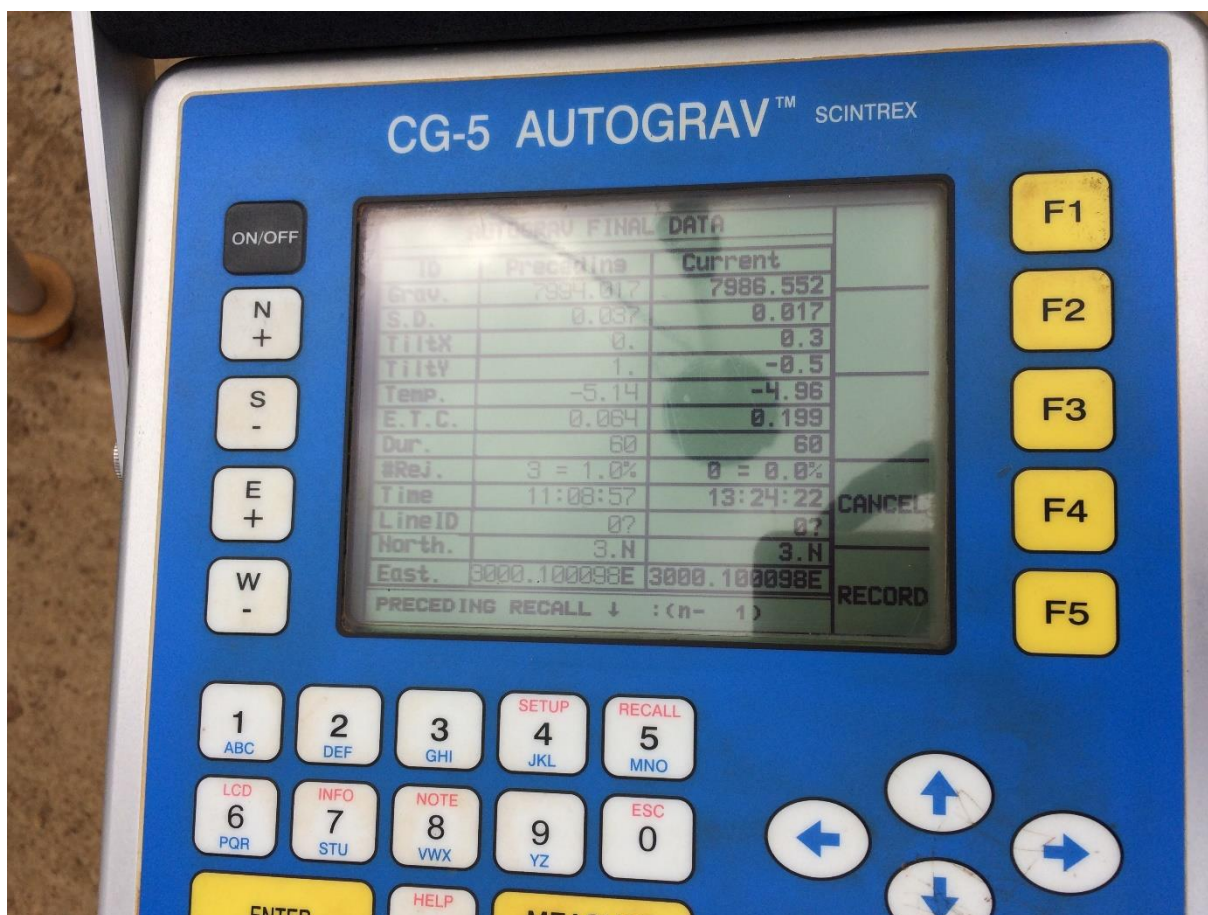


Gravímetro CG-5 Autograv™ Scintrex quando nivelado no solo através do tripé.



Curva mostrando leitura no momento da medida, indicando a gravidade em mGal (7997,918), erro, variação Tilt em X e Y, além da temperatura e tempo de medida.





Destaque para duas leituras em horários diferentes (11:08 hs e 13:24 hs): a anterior (Precedings, à esquerda) e atual (Current, à direita).

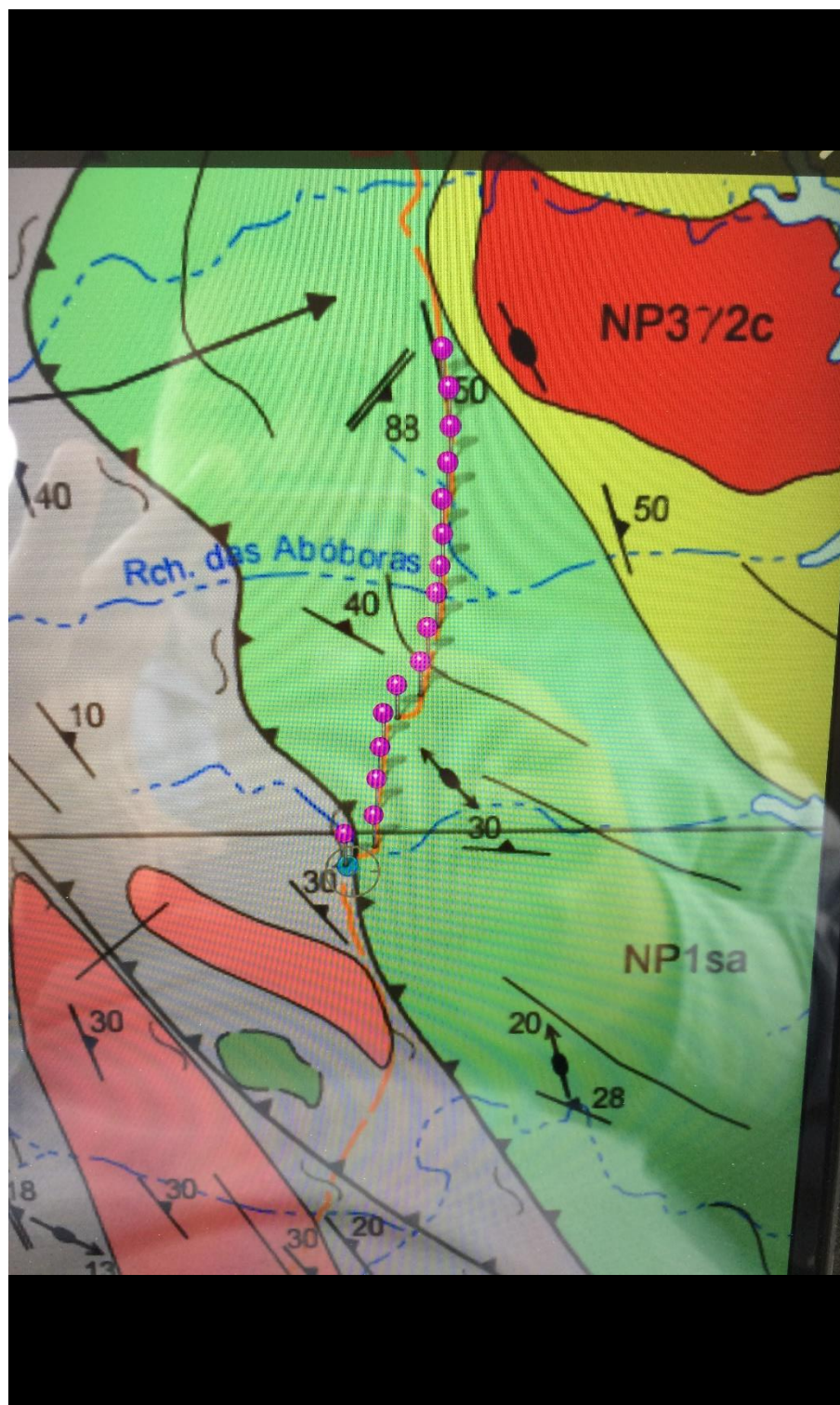




Altímetro de Precisão GTR-G<sup>2</sup>, mostrando leitura concomitante à medida de gravimetria. Fica gravado no aparelho a altitude em metros com a hora da medida (no fuso de Greenwich). No campo é necessário esperar todas as luzes da direita da parte inferior estarem verdes e apagarem sozinhas para então desligar o aparelho.



**Montagem concomitante do Altimetro e do Gravímetro em área plana, sem movimentos de caminhões na rodovia que possam atrapalhar as medições.**



Detalhe para o perfil gravimétrico de detalhe em tempo real pelo software PDFMaps (Avenza) na parte leste do Terreno Icaçara, com os pontos de medida em roxo. O espaçamento é de 200 m entre as estações.



Exemplo do efeito da deriva e da maré em um Autograv CG-5



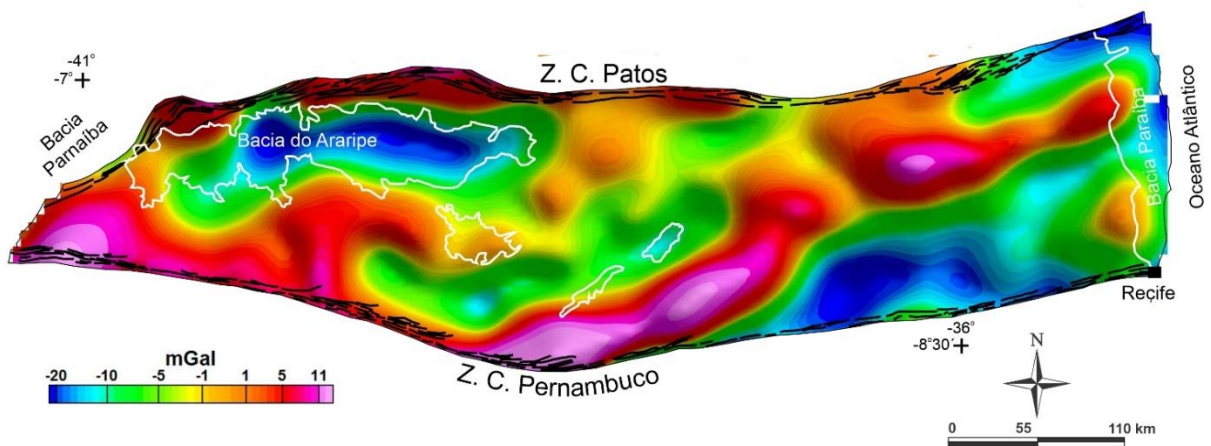
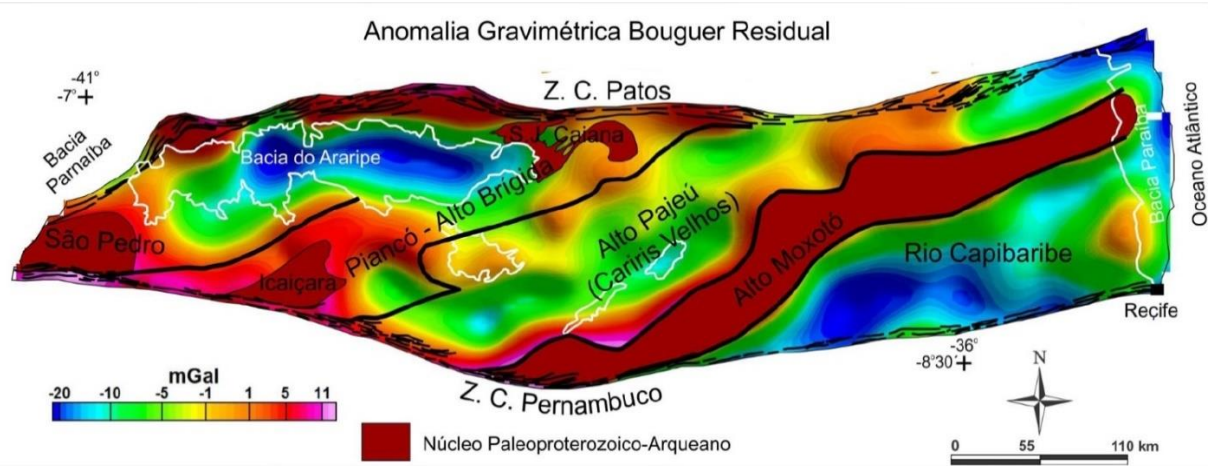
Gráfico das correções feitas pelos efeitos da deriva e da maré no Gravímetro CG-5 Autograv™.

UTILIDADE DE MÉTODOS GEOFÍSICOS NA EXPLORAÇÃO DE TIPOS ESPECÍFICOS DE DEPÓSITOS MINERAIS											
MÉTODO GEOFÍSICO	Ar ou Terra	Aplicação	Diamante	Ouro	VMS	Pb-Zn MVT	SEDEX	Cu pórfiro	Urânio	Olympic Dam	Magmático Ni-Cu PGEs
Gravimétrico	Ar	Estrutura Geológica	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Alvo	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Terra	Estrutura Geológica	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Alvo	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Taxa Qualitativa de Aplicabilidade: ● Muito Efetiva ● Moderadamente Efetiva ● Geralmente Não Efetiva

Tabela de utilidade do método gravimétrico voltado à exploração de depósitos minerais. MVT – Mississippi Valley type; MVS – volcanogenic massive sulphide; SEDEX – sedimentary exhalative; PGE – Platinum-group element. K. Ford, P. Keating, M.D. Thomas. 2007. Mineral Deposits of Canada - Overview of geophysical signatures associated with Canadian ore deposits. In "Mineral Resources of Canada: A Synthesis of Major Deposit-types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods"(In Press). Geological Survey of Canada (GSC) and the Mineral Deposits Division (MDD) of the Geological Association of Canada.

## APÊNDICE C – ANOMALIA GRAVIMÉTRICA BOUGUER RESIDUAL DA ZONA TRANSVERSAL





**ANEXO A – MAPA DE INTEGRAÇÃO GEOLÓGICA-GEOFÍSICA-GEOQUÍMICA DO PROJETO ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE MINERAL (ARIM) OURO E METAIS BASE NO OESTE DE PERNAMBUCO, NA ESCALA 1:250.000, SANTOS ET AL. (2021)**

