



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

MARIANA SOUSA DA PAIXÃO

**PETROGÊNESE DA SUÍTE SERRA DO JATOBÁ E IMPLICAÇÕES PARA A
EVOLUÇÃO CRUSTAL TONIANA NA PROVÍNCIA BORBOREMA, NE DO
BRASIL**

Recife, PE

2024

MARIANA SOUSA DA PAIXÃO

**PETROGÊNESE DA SUÍTE SERRA DO JATOBÁ E IMPLICAÇÕES PARA A
EVOLUÇÃO CRUSTAL TONIANA NA PROVÍNCIA BORBOREMA, NE DO
BRASIL**

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

Área de concentração: Geoquímica, Geofísica e Evolução Crustal

Orientador: Prof. Lauro Cézar Montefalco de Lira Santos

Recife, PE

2024

Catálogo de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Paixão, Mariana Sousa da.

Petrogênese da Suíte Serra do Jatobá e implicações para a evolução crustal toniana na Província Borborema, NE do Brasil / Mariana Sousa da Paixão. - Recife, 2024.
105f.: il.

Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2024.

Orientação: Lauro Cézar Montefalco de Lira Santos.

1. petrologia; 2. geoquímica; 3. geocronologia; 4. Suíte Serra do Jatobá; 5. Evento Cariris Velhos; 6. Província Borborema. I. Santos, Lauro Cézar Montefalco de Lira. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

CDD 551

MARIANA SOUSA DA PAIXÃO

**PETROGÊNESE DA SUÍTE SERRA DO JATOBÁ E IMPLICAÇÕES PARA A
EVOLUÇÃO CRUSTAL TONIANA NA PROVÍNCIA BORBOREMA, NE DO
BRASIL**

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

Área de concentração: Geoquímica, Geofísica e Evolução Crustal

Aprovado em: 26/03/2024

BANCA EXIMINADORA

Prof. Dr. Haroldo Monteiro Lima (Examinador Externo)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Fabrício de Andrade Caxito (Examinador Externo)

Universidade Federal de Minas Gerais

Prof^ª. Dra. Valderez Pinto Ferreira (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

O Neoproterozoico (1000-560 Ma) é marcado por expressivos eventos magmáticos e metamórficos ligados ao fechamento do megacontinente Gondwana, atualmente disperso nas massas continentais do hemisfério sul. A Província Borborema, no Nordeste do Brasil, é um exemplo desse segmento crustal e é composta por padrões complexos de deformação, metamorfismo e magmatismo. Esta pesquisa tem como objetivo contribuir para o entendimento da evolução crustal do cedo-Neoproterozoico (1000 Ma) relacionadas ao evento Cariris Velhos na porção central dessa província. A Suíte Serra do Jatobá localiza-se na porção sul do Terreno Alto Pajeú e ocorre ao longo de uma faixa de rochas supracrustais interpretadas como Cinturão Cariris Velhos. Os metagranitoides que compõem esta suíte são divididos em dois grupos: i) rochas com menor evidência de marcadores de deformação dúctil, que exibem textura fina a média e composição granodiorítica e ii) metamonzogranitos com maior presença de marcadores de deformação, tais como porfiroclastos dos tipos sigma e delta, e fina foliação metamórfica. Esta suíte é classificada como álcali-cálcica, meta a peraluminosa, apresentando valores geoquímicos compatíveis com as séries magnesianas e ferroanas. Os padrões de elementos terras raras normalizados dos condritos são moderadamente fracionados com anomalias negativas de Eu. Os diagramas de *spidergrams* de elementos incompatíveis mostram uma anomalia negativa de Nb-Ta, coevas às observadas nos granitos do tipo Cordilheirano. Os dados de zircão U-Pb apresentam idades de cristalização de 1000 Ma, enquanto os valores calculados de $\epsilon\text{Nd}(t)$ variam entre -1,74 e -0,94. As idades do modelo T_{DM} obtidas variam entre 1,76 e 1,54 Ga, o que corresponde às idades de origem das rochas magmáticas do Cinturão Cariris Velhos. Esta pesquisa apresenta dados desta suíte que sugerem ambiente tectônico de subducção que ocorreu no início do Neoproterozoico na Província Borborema, apontando para uma natureza acrecionária para o evento Cariris Velhos.

Palavras-chave: petrologia; geoquímica; geocronologia; Suíte Serra do Jatobá; Evento Cariris Velhos; Província Borborema

ABSTRACT

The Neoproterozoic (1000-560 Ma) is characterized by major magmatic and metamorphic events associated with the closure of the Gondwana mega continent, which is now distributed among the continental masses of the Southern Hemisphere. The Borborema Province in northeastern Brazil exemplifies this crustal segment and is composed of complex patterns of deformation, metamorphism, and magmatism. This research aims to contribute to the understanding of the crustal evolution of the early Neoproterozoic (1000 Ma) associated with the Cariris Velhos event in the central part of this province. The Serra do Jatobá Suite is located in the southern part of the Alto Pajeú Terrane. It occurs along a sequence of supracrustal rocks interpreted as the Cariris Velhos Belt. The metagranitoids that make up this suite can be divided into two groups: i) rocks with less evidence of ductile deformation features, exhibiting fine to medium texture and granodioritic composition, and ii) metamonzogranites with greater presence of deformation features, such as sigma and delta porphyroclasts, formed by fine metamorphic foliation. This suite is classified as alkali-calcic, meta- to peraluminous, with geochemical values that are compatible with the magnesian and ferroan series. Chondrite normalized REE (Rare Earth Elements) patterns are moderately fractionated with pronounced negative Eu anomalies. Incompatible element spidergrams show a negative Nb-Ta anomaly, similar to those observed in Cordilleran-type granites. U-Pb zircon data constrain the crystallization ages at around 1000 Ma, whereas calculated $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ values range between -1.74 and -0.94. Obtained T_{DM} model ages range from 1.76 to 1.54 Ga, which corresponds with source ages for the Cariris Velhos magmatic rocks. This study presents data from this suite indicating a subduction tectonic environment that occurred early in the Neoproterozoic in the Borborema Province, suggesting an accretionary nature for the Cariris Velhos event.

Key-words: petrology; geochemistry; geochronology; Serra do Jatobá Suite; Cariris Velhos Event; Borborema Province

Dedico aos amores da minha vida, Mêrces

Joseir e Manoela.

*“Sonho que se sonha só
É só um sonho que se sonha só
Mas sonho que se sonha junto é realidade”*

Raul Seixas

AGRADECIMENTOS

Durante muito tempo, questionei-me sobre o que iria fazer, como conseguiria conduzir a interpretação dos dados e se seria capaz de integrar os dados. Durante esse período, muitas dúvidas apareceram juntamente com muitas crises de ansiedade. Talvez meu maior questionamento era se estava seguindo no caminho correto. Bom, eu ainda não tenho essa resposta. Mas, esta dissertação é fruto de uma paixão muito grande que vem desde o ensino técnico e faz dez anos que esse sonho brotou em mim. Aos poucos, esse sonho tem se tornado realidade, pois não é só meu, é dos meus pais. Sem apoio e incentivo deles, isso jamais seria realidade. Eu sou grata por tudo que Joseir e Mercês têm feito por mim. À minha irmã, Manoela, que sempre esteve comigo, mesmo a quase 1000 km de distância.

Agradeço aos professores e técnicos do Programa de Pós-Graduação em Geociências desta instituição pela oportunidade e por todo apoio prestado. Sou grata em especial ao Professor Lauro Montefalco pelas orientações, palavras de motivações, que sempre esteve tentando me colocar para cima, aconselhando e não deixando com que desistisse. Agradeço a sua amizade e que fique registrado aqui a minha admiração do profissional que o professor Lauro é. A todos do MAPECLAB que sempre incentivaram e ajudaram, especialmente a Neto e Paulinha. Agradeço aos professores Elton Dantas e Peter Cawood pela cooperação científica e ao Serviço Geológico do Brasil pela concessão de dados aerogeofísicos para fins de pesquisa. Aos amigos que Recife me proporcionou, Gilberto, Felipe e Joyce. Vocês se tornaram minha família nesta cidade. Agradeço a todos da banca pela disponibilidade e ensinamentos. Por fim, esta dissertação não teria se concretizado sem o apoio do CNPq e da FACEPE.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA DO TEMA PROPOSTO.....	11
1.2. OBJETIVOS	14
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	15
1.4. REFERÊNCIAS	16
2. CONTEXTO GEOLÓGICO	18
2.1. PROVÍNCIA BORBOREMA	18
2.1.1. SUBPROVÍNCIA TRANSVERSAL	20
2.1.1.1. TERRENO ALTO PAJEÚ	22
2.2. BREVE DESCRIÇÃO DA GEOLOGIA DO ENTORNO DA SERRA DO JATOBÁ	23
2.3. REFERÊNCIAS	25
3. ARTIGO CIENTÍFICO I: ESTUDO INTEGRADO DE AEROGEOFÍSICA E GEOLOGIA ESTRUTURAL APLICADO AO MAPEAMENTO GEOLÓGICO DO ENTORNO DA SERRA DO JATOBÁ, TERRENO ALTO PAJEÚ, PROVÍNCIA BORBOREMA.....	30
4. ARTIGO CIENTÍFICO 2: GEOCHEMICAL AND ISOTOPIC EVIDENCE FOR EARLY NEOPROTEROZOIC (CA. 1000 MA) SUBDUCTION-RELATED MAGMATISM IN THE CENTRAL BORBOREMA PROVINCE, BRAZIL.....	58
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
REFERÊNCIAS	100
ANEXO A - COMPROVANTE DE ACEITE DO ARTIGO CIENTÍFICO II	105

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação e justificativa do tema proposto

O Neoproterozoico corresponde a Era geológica que perdurou entre 1000 e 541 milhões de anos, sendo representada por expressivos eventos magmáticos e metamórficos ligados ao fechamento do megacontinente Gondwana, atualmente sendo disperso nas massas continentais do hemisfério sul (Fig. 1.1). Durante este período, importantes cinturões orogênicos de natureza acrescionária-colisional foram instalados, registrando os mais variados episódios de crescimento e reciclagem litosférica, tais como os sistemas *Damara-Kalunga-Zambezi* (*e.g.*, Hargrove et al. 2003; Gray et al. 2008) no sul da África e Mantiqueira-Tocantins-Borborema na América do Sul (*e.g.*, Brito Neves et al. 2014).

Dentre as faixas orogênicas sul-americanas resultantes da aglutinação do Gondwana durante o Neoproterozoico, as que abrangem a Província Borborema (Fig. 2a) ocupam grande parte do nordeste brasileiro, tendo sido polideformadas e alongadas nas direções E-W e NE-SW em resposta à esforços compressivos resultantes da colisão entre as paleoplacas Amazônia-São Luis-Oeste África e São Francisco-Congo (Almeida et al. 1981; Brito Neves et al. 2000; Caxito et al. 2020a). Diversos autores têm sugerido que a convergência dessas massas continentais resultou no fechamento de bacias oceânicas instaladas na transição Meso-Neoproterozoico, com registros de associações desta natureza tanto do lado brasileiro, quanto africano, como no caso dos paleo-oceanos Goiás-Pharusiano e Transnordestino-Yaoundé (*e.g.*, Cordani et al., 2013; Caxito et al., 2014; Santos et al., 2022).

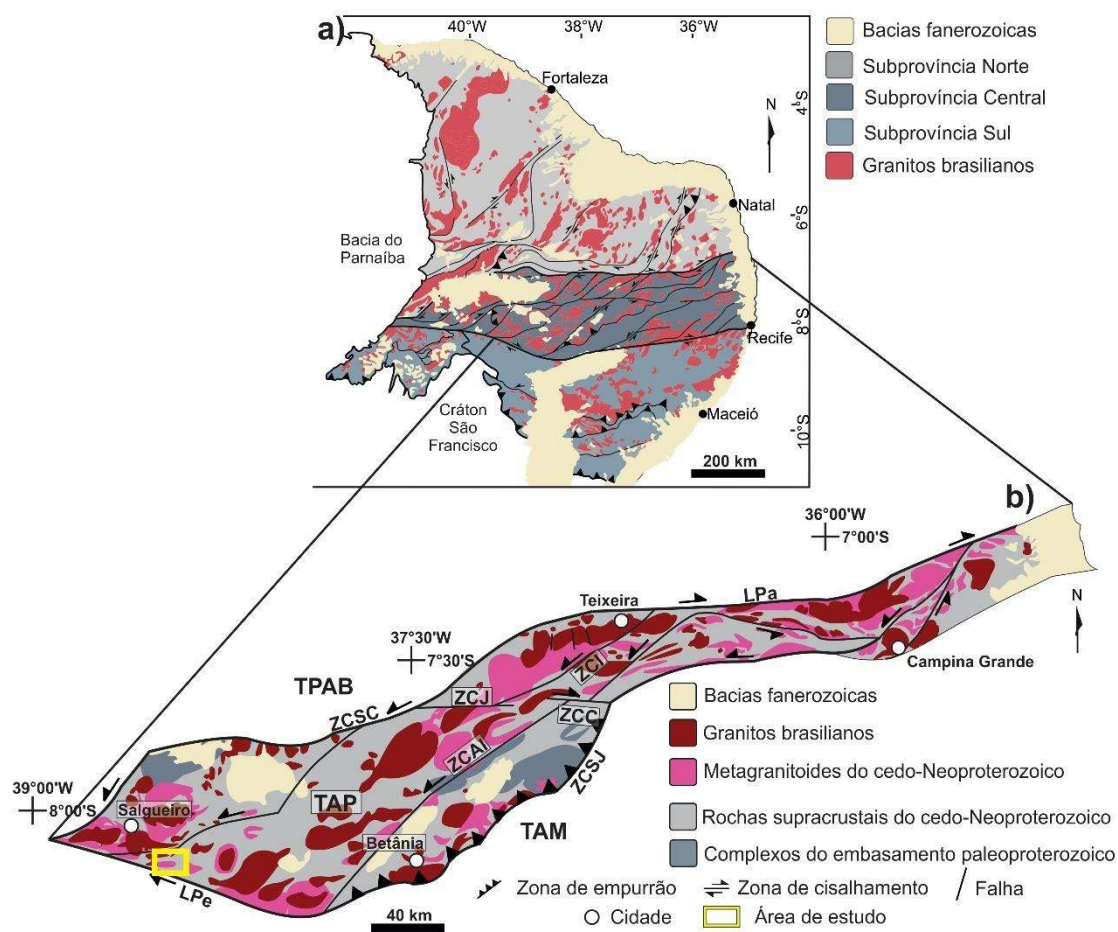
Em função de sua diversidade litológica e geocronológica, a região que ocupa o sertão Pernambucano, vem sendo palco de detalhamento geológico em diversas escalas (*e.g.*, Santos et al. 2017a,b, 2018, 2019) contribuindo substancialmente para o entendimento da evolução crustal da parte central (*i.e.*, Zona Transversal) da Província Borborema (Fig. 2b). Além do vasto plutonismo ediacarano (~650 Ma) comum em toda região, as principais unidades aflorantes nessa área incluem rochas metamáficas e metaultramáficas datadas em *ca.* 1000 Ma, agrupadas na Suíte Serrote das Pedras Pretas (Lages e Dantas, 2016) e rochas metassedimentares e metavulcânicas com idades que variam entre 920 e 890 Ma pertencentes ao Complexo São Caetano (Santos et al., 2019 e referencias ali contidas). Intercalam-se com essas unidades rochas metaplutônicas (metagranitos, ortognaisses e migmatitos) cujas idades de cristalização protolítica concentram-se na faixa de 1000-920 Ma (*e.g.*, Kozuch, 2003). Conforme descrito

suscintamente, todo este conjunto é reportado na literatura como parte do registro do Evento Cariris Velhos (*sensu* Brito Neves et al., 2005) cuja origem e evolução é amplamente debatida pela comunidade geocientífica (ver Santos e Caxito, 2021 para detalhes). De acordo com Santos et al. (2010, 2021), Lages e Dantas, (2016) e Caxito et al. (2020b) este evento seria de natureza orogênica-acrescionária, caracterizado pela evolução de uma margem continental ativa com subducção e colisão continental coeva a formação do orógeno Grenville no leste da América do Norte, representando um possível descendente de Rodínia na América do Sul (*e.g.*, Fuck et al., 2008). Por outro lado, Neves et al. (2015) e algumas referências ali contidas sugerem caráter extensional para o magmatismo relacionado a este período, o que seria contemporâneo a tafrogênese toniana registrada em outras porções do Gondwana como no caso do Cráton São Francisco (Caxito et al. 2020c).

Dessa forma, esta dissertação apresenta a primeira tentativa de estudar do ponto de vista petrogenético a Suíte Serra do Jatobá, conjunto de rochas metagraníticas que afloram nas proximidades do município de Mirandiba-PE (Fig. 1.2). Regionalmente, a área que essa unidade ocorre foi recentemente estudada em Brasilino et al. (2014), na qual os dados preliminares têm demonstrado a importância dessas rochas para remontar o quebra-cabeças crustal do período Toniano (1000-850 Ma) no Nordeste brasileiro. Propõem-se aqui a integração de técnicas geológicas clássicas como mapeamento geológico e petrografia com dados analíticos (geoquímica e isotopia U-Pb/Sm-Nd), buscando explorar o seu significado para aprofundar no que se conhece sobre um dos temas mais polêmicos do Pré-Cambriano do Nordeste brasileiro; o evento Cariris Velhos.

Figura 1.1. a) Reconstituição do continente Gondwana com a possível posição dos blocos cratônicos e cinturões orogênicos neoproterozoico-cambrianos de acordo com Cawood et

Ter TAM – Terreno Alto Moxotó. Zonas de cisalhamentos: ZCSC – Serra do Caboclo; ZCSJ – Serra de Jabitacá; ZCAI – Afogados da Ingazeira; ZCC – Coxixola; ZCI – Itapetim. Lineamentos: LPa – Patos; LPe – Pernambuco.



1.2. Objetivos

O projeto se propõe a desvendar a evolução da crosta continental durante o Neoproterozoico precoce, cobrindo rochas relacionadas ao evento Cariris Velhos que afloram nas proximidades de Mirandiba, Pernambuco. Busca-se de uma maneira ampla contribuir para a reconstrução litosférica desta porção do Gondwana. Os objetivos específicos englobam:

- (i) Detalhar a geologia da região por meio de mapeamento geológico de detalhe (1:50.000), lançando mão de uma abordagem multidisciplinar que envolve a integração de dados geofísicos (magnetométricos e gamaespectrométricos), imagens de satélite (ASTER GDEM) e caracterização estrutural da área.

- (ii) Descrever as rochas metaplutônicas aflorantes na área, tanto em escala meso-quanto microscópica, buscando definir as principais relações de campo, litotipos dominantes, mineralogia e aspectos texturais/estruturais;
- (iii) Trabalhar com análises litogeoquímicas dessas rochas, lançando mão de dados de elementos maiores, menores e traço, buscando entender a origem e evolução dos magmas precursores além de obter inferências sobre a ambiência tectônica da qual essas rochas foram geradas;
- (iv) Datar por meio de U-Pb em zircão os principais litotipos, seja para obter idades de cristalização ou metamorfismo. Estas informações serão combinadas com análises Sm-Nd com objetivo de se obter de forma precisa o timing de formação da crosta na região, bem como solidificar os principais processos petrogênicos aos quais foram essas rochas foram geradas/submetidas;
- (v) Apresentar e discutir os resultados, correlacionando-os com os principais eventos crustais atualmente descritos na porção central da Província Borborema, massas continentais adjacentes como Cráton São Francisco e faixas correlatas do Oeste Africano. Pretende-se entender a evolução da litosfera da região que deverá confrontar as hipóteses vigentes acerca da natureza do Evento Cariris Velhos (i.e., acrescionário vs. extensional) e discutir seu significado na reconstituição e evolução do continente Gondwana.

1.3. Estrutura da dissertação

O volume final desta dissertação é composto pelo capítulo de contexto geológico e dois artigos científicos, sendo o primeiro um artigo de mapeamento geológico da área de estudo (artigo científico I). O segundo artigo denota as relações petrogenéticas e geocronológicas da Suíte Serra do Jatobá com o intuito de entender o ambiente tectônico que formou essas rochas (artigo científico II). Um breve resumo da disposição e abordagem de cada capítulo é apresentado a seguir:

Cap. 2 - Contexto Geológico: esse capítulo tem por objetivo introduzir ao leitor um breve histórico sobre a evolução do conhecimento geológico na Província Borborema, além de apresentar uma síntese sobre o contexto local da área de trabalho.

Cap. 3 - Artigo Científico I: Estudo integrado de aerogeofísica e geologia estrutural aplicado ao mapeamento geológico do entorno da Serra do Jatobá, Terreno Alto Pajeú,

Província Borborema. Nesse trabalho são apresentados mapas geofísicos (magnetometria e gamaespectrométricos) e dados de satélite (ASTER GDEM) que associados a dados macro- e microscópicos de geologia estrutural, permitem inferências sobre a evolução tectônica da região do entorno da Serra do Jatobá, permitindo entender a geologia dessa região. Encontra-se publicado no periódico *Geologia USP, Série Científica* (DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-210521>).

Cap. 4 – Artigo científico II: Geochemical and isotopic evidence for early Neoproterozoic (ca. 1000 Ma) subduction-related magmatism in the central Borborema Province, Brazil. Nesse trabalho são apresentados dados petrográficos, análises geoquímicas e isotópicas da Suíte Serra do Jatobá, que indicam um magmatismo de 1.0 Ga de ambiente de subducção, semelhante aos relacionados com Evento Cariris Velhos descrito no Terreno Alto Pajeú, Província Borborema. Encontra-se aceito pelo periódico *Journal of South American Earth Science* (SSRN: 4710138).

Cap. 5 – Aspectos conclusivos: Síntese conclusiva dos principais resultados obtidos por esta pesquisa.

1.4. Referências

Brito Neves, B. B.; Campos Neto, M. C.; Van Schmus, W. R.; Santos, E. J., 1995. O Evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 25, p. 279-296.

Brito Neves, B. B.; Fuck, R.A.; Pimentel, M. M., 2014. The Brasiliano Collage in South America: a review. *Brazilian Journal of Geology*, v. 44, p. 493-518.

Caxito, F. A.; Santos, L. C. M. L.; Ganade, C. E.; Bendaoud, A.; Fettous, E.; Bouyo, M. H., 2020a.

Toward and 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*, v. 50.

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*, v. 50.

Cordani, U.G.; Pimentel, M.M.; Arapujo, C.E.G.; Fuck, R.A., 2013. The significance of the Transbrasiliano-Khandi tectonic corridor for the amalgamation of West Gondwana. *Brazilian Journal of Geology*, v. 43(3), p. 583–597.

Kozuch, M., 2003. Isotopic and trace element geochemistry of Early Neoproterozoic gneissic and metavolcanic rocks in the Cariris Velhos orogen of the Borborema Province, Brazil, and their bearing on tectonic setting. Tese de Doutorado. Department of Geology, University of Kansas, Lawrence, p. 192.

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*. v. 280, p. 95-119.

Neves, S.P., 2015. Constraints from zircon geochronology on the tectonic evolution of the Borborema Province (NE Brazil): Widespread intracontinental Neoproterozoic reworking of a Paleoproterozoic accretionary orogen. *Journal of South American Earth Sciences*. v. 58, p. 150- 164.

Santos, E.J., Van Schmus, W.R., Kozuch, M., Brito Neves, B.B., 2010. The Cariris Velhos tectonic event in Northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. v. 29, p. 61- 76.

Santos, L.C.M.L.; Dantas, E.L.; Cawood, P. A.; Lages, G.; Lima, H. M.; Santos, E. J.; Caxito, F.A., 2019.

Early to late Neoproterozoic subduction-accretion episodes in the Cariris Velhos Belt of the Borborema Province, Brazil: Insights from isotope and whole-rock geochemical data of supracrustal and granitic rocks. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 96.

Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., Cawood, P.A., Santos, E.J., Fuck, R.A., 2017a. Neoarchean crustal growth and Paleoproterozoic reworking in the Borborema Province, NE Brazil: Insights from geochemical and isotopic data of TTG and metagranitic rocks of the Alto Moxotó Terrane. *Journal South America Earth Science*. v.79, p. 342–363.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1. Província Borborema

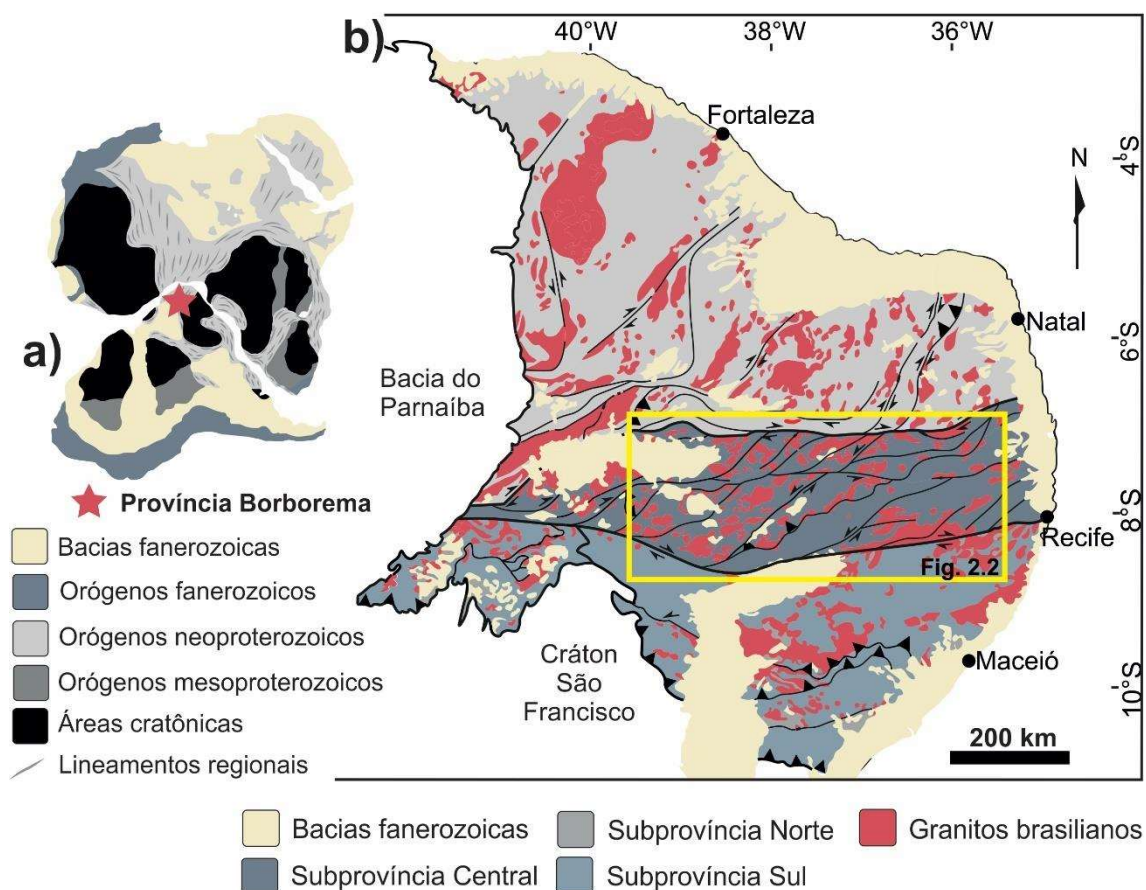
A área de estudo da presente dissertação encontra-se inserida na Subprovíncia ou Zona Transversal da Província Borborema (Fig. 2.1). Essa província foi definida por Almeida et al. (1981) como um cinturão orogênico desenvolvido durante o ciclo Brasileiro entre 650 e 500 Ma (Brito Neves et al. 2014) e localizada na porção nordeste da Plataforma Sul-Americana, limitada ao norte pelo Cráton São Luís, ao sul pelo Cráton São Francisco, à oeste pela Bacia do Parnaíba e a leste pelas bacias costeiras da margem equatorial brasileira. Representa um dos vários orógenos Brasileiros-Pan Africanos que se formaram a partir de esforços compressivos entre paleocontinentes arqueanos e paleoproterozoicos (Caxito et al., 2020a). O arcabouço tectônico dessa província foi inicialmente interpretado por Brito Neves (1975) como um sistema de dobramentos estruturado no final do Neoproterozoico (*ca.* 0.6 Ga), formado por uma alternância de faixas metassedimentares, maciços medianos, importantes lineamentos e zonas de cisalhamento de caráter regional, bem como múltiplas intrusões graníticas.

Por meio da ampliação do banco de dados isotópicos, especialmente relacionados aos métodos U-Pb em zircão e Sm-Nd em rocha total, Van Schmus et al. (1995), dividiram estruturalmente a província em três subprovíncias: Setentrional, Transversal e Meridional, limitadas pelas zonas de cisalhamento Patos e Pernambuco. A Subprovíncia Setentrional ocorre a norte do Lineamento Patos, agrupando os domínios Médio Coreau, Ceará Central e Rio Grande do Norte, como definiu posteriormente Brito Neves et al. (2000). Com base no arranjo das zonas de cisalhamento transcorrentes de direção NE-SW, Santos e Medeiros (1999) dividiram a Subprovíncia Transversal (sul do Lineamento Patos) em quatro terrenos: Rio Capibaribe, Alto Moxotó, Alto Pajeú e Piancó-Alto Brígida. Brito Neves et al. (2020) tem discriminado sequências de rochas gnáissicas intercaladas com rochas metassedimentares no oeste do estado de Pernambuco, discriminando o domínio ou terreno São Pedro, cuja evolução é ainda pouco abordada na literatura. A Subprovíncia Meridional ocorre ao sul do Lineamento Pernambuco, incluindo um bloco gnáissico-granítico denominado de Super Terreno Pernambuco-Alagoas (Silva Filho et al., 2002; Brito Neves e Silva Filho, 2019) e as faixas marginais localizadas ao norte do Cráton do São Francisco, i.e., Riacho do Pontal e Sergipana (ver Oliveira et al., 2017 e Caxito et al., 2017 e referências ali contidas para detalhes).

A evolução tectônica da Província Borborema assim como outros sistemas orogênicos neoproterozoicos que compõem a Plataforma Sul-Americana é ainda objeto de discussão. O conceito de terrenos foi inicialmente proposto por Santos (1996), que descreveu sucessivos processos de acreção e colisão durante o Neoproterozoico, com destaques exemplos da Subprovíncia Transversal de maneira análoga aqueles descritos na cordilheira oeste dos Estados Unidos (*sensu* Howell, 1995). Esse segmento litosférico, representa o alvo do presente estudo, sendo caracterizado por associações de arcos magmáticos, remanescentes de crosta oceânica preservados, sequências metamórficas de alto grau, assim como associação destes elementos com zonas de cisalhamento de caráter regional a continental (Kozuch, 2003; Amaral et al., 2011; Araújo et al., 2014a,b; Santos et al., 2014; Lima et al., 2015; Lages e Dantas 2016; Padilha et al., 2016). Destaca-se que além para os diversos marcadores acrescionários descritos por esses autores, incluindo aglutinação de terrenos exóticos (e.g. Santos et al., 2017, 2018, 2021, 2022), fases relacionadas ao Ciclo de Wilson (i.e., introversão e extroversão), incluindo fases de rifteamento da crosta, abertura e fechamento de bacias oceânicas, instalação de zonas de subducção e colisão continental ao final do Neoproterozoico (e.g. Oliveira et al. 2010; Caxito et al. 2014a,b, 2016; Basto et al. 2019; Santos et al., 2022).

Por outro lado, essas evidências vêm sendo sistematicamente contestadas por Neves e Mariano (1997,1999, 2001), Neves et al. (2003, 2006, 2015) e Neves (2021), os quais sugerem a continuidade geológica entre os terrenos desde o Paleoproterozoico, sugerindo que a província teria sido submetida a esforços intracontinentais, similar ao descrito no orógeno Peterman (Raimondo et al., 2010). Esses autores baseados principalmente em dados litogeoquímicos e compilações geocronológicas apontam uma série de problemas para aplicação do modelo na Província Borborema. Dessa forma, os referidos autores alegam, que há ausência de evidências claras de zonas de sutura, além de questionarem a natureza colisional-orogênica do evento Cariris Velhos.

Figura 2.1. a) Reconstrução paleogeográfica de Gondwana Ocidental, demonstrando a continuidade entre faixas orogênicas neoproterozoicas na América do Sul e na África e contextualizando a Província Borborema. Adaptado de Santos et al. (2021); b) Compartimentação tectonoestratigráfica da Província Borborema. Modificado de Oliveira et al. (2023).



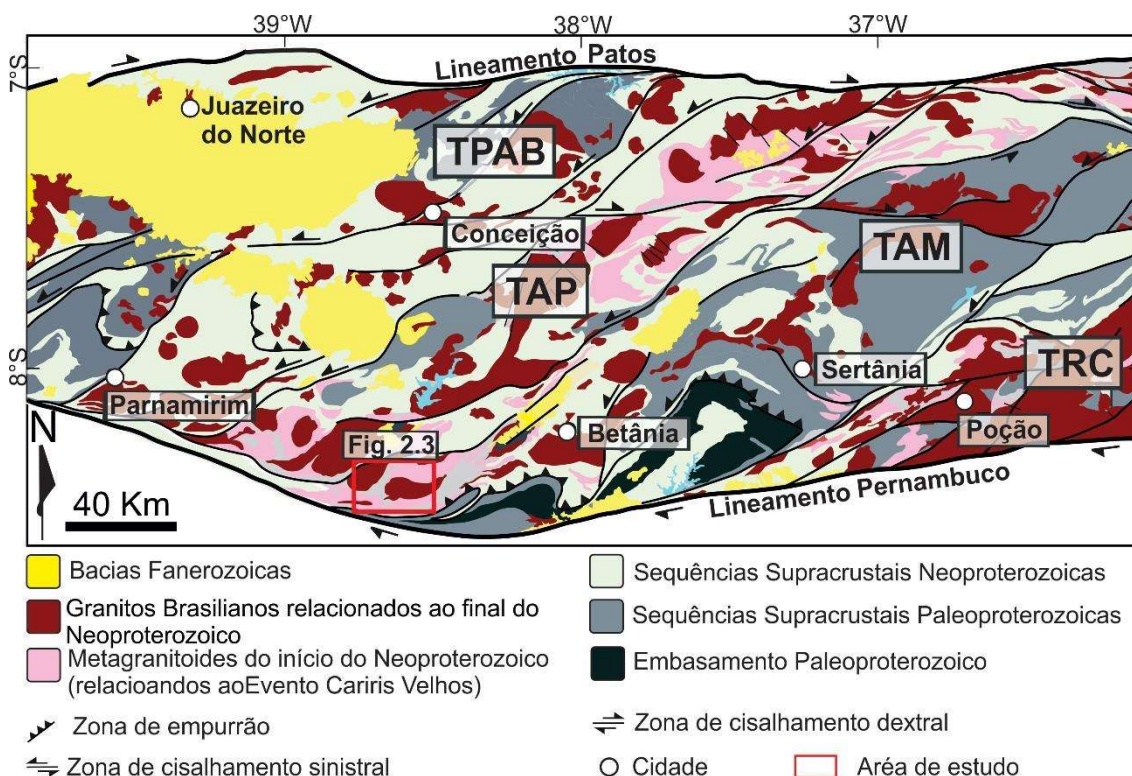
2.1.1. Subprovíncia Transversal

A Subprovíncia Transversal é caracterizada por uma série de terrenos ou domínios dispostos em uma trama geral de direção ENE-WSW, separados por importantes zonas de cisalhamento com geometria sinuosa e cinemática predominantemente sinistral. Essa subprovíncia é dividida, de leste a oeste, em cinco terrenos que são: Rio Capibaribe, Alto Moxotó, Alto Pajeú, Piancó Alto-Brígida, Terreno São Pedro, que abrangem associações de rochas com idade variando desde o Arqueano até o Cambriano (Fig. 2.2; Santos, 1996; Santos e Medeiros, 1999; Brito Neves et al., 2000; Kozuch 2003; Medeiros, 2004; Oliveira, 2008; Van Schmus et al., 2011; Sial e Ferreira, 2016). De acordo com os autores supracitados, esses terrenos teriam sido justapostos por dois eventos orogênicos

sucessivos: Cariris Velhos e Brasileiro de idades toniana (*ca.* 1000-920 Ma), e ediacarana (*ca.* 800-500 Ma), respectivamente.

O embasamento da Subprovíncia Transversal é constituído por ortognaisses e migmatitos de composição variável e idade predominantemente paleoproterozoica (*ca.* 2.1-2.0 Ga; *e.g.*, Santos et al., 2015), sequências metassedimentares paleo- a neoproterozoicas (*e.g.*, Santos et al., 2004; Neves et al., 2017). Ressalta-se que em determinadas áreas, ortognaisses e rochas gabro-anortositicas são datadas entre 1.7 e 1.5 Ga, como o caso do augen-gnaiss de Taquaritinga (Sá et al., 2002) e do Complexo Gabro-Anortositico de Passira (Accioly, 2000). Todo esse conjunto é cortado por granitos relacionados a orogênese Brasileira compreendendo amplo espectro composicional conforme descrevem Brito Neves et al. (2016) e Sial e Ferreira (2016). Uma característica comum em algumas regiões, sobretudo no Terreno Alto Pajeú é a ampla exposição de rochas com idades que variam entre 1000 e 920 Ma, interpretadas como parte do Evento Cariris Velhos (Santos et al., 2010). Por fim, essa subprovíncia apresenta ocorrência de extensos corredores miloníticos em adição as principais estruturas regionais que limitam a Subprovíncia Transversal, que denotam variações significativas em termos de temperatura de deformação e anomalias geofísicas (*e.g.*, Oliveira e Medeiros, 2018; Santos et al., 2021).

Figura 2.2. Mapa geológico simplificado da Subprovinça Transversal da Província Borborema. Modificado de Oliveira et al. (2023).



2.1.1.1. Terreno Alto Pajeú

O Terreno Alto Pajeú é particularmente importante para a compreensão da evolução neoproterozoica da Província Borborema, pois afloram associações de rochas metaplutônicas e metavulcanossedimentares relacionadas ao evento Cariris Velhos. Por apresentar um espectro contínuo de litotipos tonianos com assinatura geoquímica de arco magmático de aproximadamente 100 km de largura e 700 km de extensão, foi descrito como Cinturão ou Faixa Cariris Velhos (ver Santos et al., 2019 para uma descrição mais recente). Além dessas unidades, compõem o arcabouço crustal desse terreno, uma série granitos cálcio-alcalinos de idade Ediacarana e exposições locais de embasamento paleoproterozoica de distribuição descontínua (Santos et al., 2010).

As exposições de rochas mais importantes da Faixa Cariris Velhos correspondem a rochas metavulcânicas e metavulcanoclásticas que ocorrem na porção sul do terreno Alto Pajeú, principalmente no Complexo Lagoa das Contendas e sequência Poço do Salgueiro, rochas metavulcanossedimentares formadas principalmente por biotita-muscovita paragneisses e biotita-muscovita xistos e anfibolitos do Complexo São

Caetano (Santos, 1995; Sales et al., 2011), cuja idade máxima de deposição está na faixa dos 810 Ma (Guimarães et al., 2012; Santos et al., 2019). No interior deste domínio, são descritos ainda rochas metavulcânicas e metavulcanoclásticas agrupadas no subdomínio Riacho Gravatá (Kozuch, 2003; Santos et al., 2010; Van Schmus et al., 2011). Entretanto, rochas de idade similar foram encontradas ao sul do Lineamento Pernambuco evidenciando ainda mais a influência do evento Cariris Velhos na estruturação da Província Borborema.

Neste terreno, o dado mais recente de registro toniano são de rochas metamáficas e metaultramáficas da suíte Serrote das Pedras Pretas (metadunitos, metapiroxenitos e metagabros), interpretados como rochas cumuláticas da raiz de um arco magmático e ofiolitos (Lages e Dantas, 2016). Vários trabalhos com ênfase nos metagranitoides e ortognaisses relacionados ao evento Cariris Velhos, detalhados por Santos (1995), Kozuch (2003) e Santos et al. (2010), enfatizam sua natureza sin-orogênica à colisional, confirmando a natureza geotectônica desse evento. Por outro lado, investigações geoquímicas alternativas como em Guimarães et al. (2012), interpretam o magmatismo relacionado típico de ambiente intraplaca ou rifte continental, o que está de acordo com o que é descrito em massas continentais adjacentes a Província Borborema, como no caso do Cráton São Francisco (Caxito et al., 2020b).

2.2. Breve descrição da geologia do entorno da Serra do Jatobá

A região do entorno da Serra do Jatobá corresponde a uma área particularmente interessante para estudo de possíveis processos acrescionários envolvendo o Evento Cariris Velhos, na porção central da Província Borborema. A geologia dessa região foi estudada pioneiramente por Santos (1977), o qual definiu as sequências metavulcanossedimentar da área de estudo. Posteriormente, os trabalhos conduzidos por Santos (1995) e Brito Neves et al. (1995) descrevem de forma detalhada a importância de eventos acrescionários para a geração de rochas graníticas e sedimentares nesta região, incluindo a definição do evento convergente e do início do Neoproterozoico denominado Cariris Velhos. Lages e Dantas (2016) detalharam as ocorrências e a gênese das mineralizações de Fe-Ti de Floresta (*ca.* 1.0 Ga), estabelecendo novos parâmetros petrogenéticos que confirmam o caráter orogênico do Evento Cariris Velhos, contestado anteriormente por Guimarães et al., (2012 e referências ali contidas).

A área de estudo do presente trabalho apresenta 450 km², localizado a sudoeste de Mirandiba, estado de Pernambuco (Fig. 2.3). A região do entorno da Serra do Jatobá situa-se na porção sudoeste do Terreno Alto Pajeú e apresenta rochas supracrustais do Complexos Lagoa das Contendas e São Caetano, rochas metagraníticas da Suíte Serra do Jatobá, sequências máficas-ultramáficas da Suíte Serrote das Pedras Pretas, além de suites graníticas brasileiras (Tabelas 1). Com exceção dos granitos brasileiros, essas rochas foram afetadas fases de deformação dúctil, materializadas por zonas de cisalhamento compressiva Serra do Jatobá e transcorrente denominada Margarida. Por fim, esse conjunto de litogias é cortado por fraturas e falhas de direção NW-SE que marcam a transição rúptil-dúctil na região.

Figura 2.3. Mapa da região do entorno da Serra do Jatobá. Abreviações: ZCJ: zona de cisalhamento do Jatobá; ZCM: zona de cisalhamento Margarida.

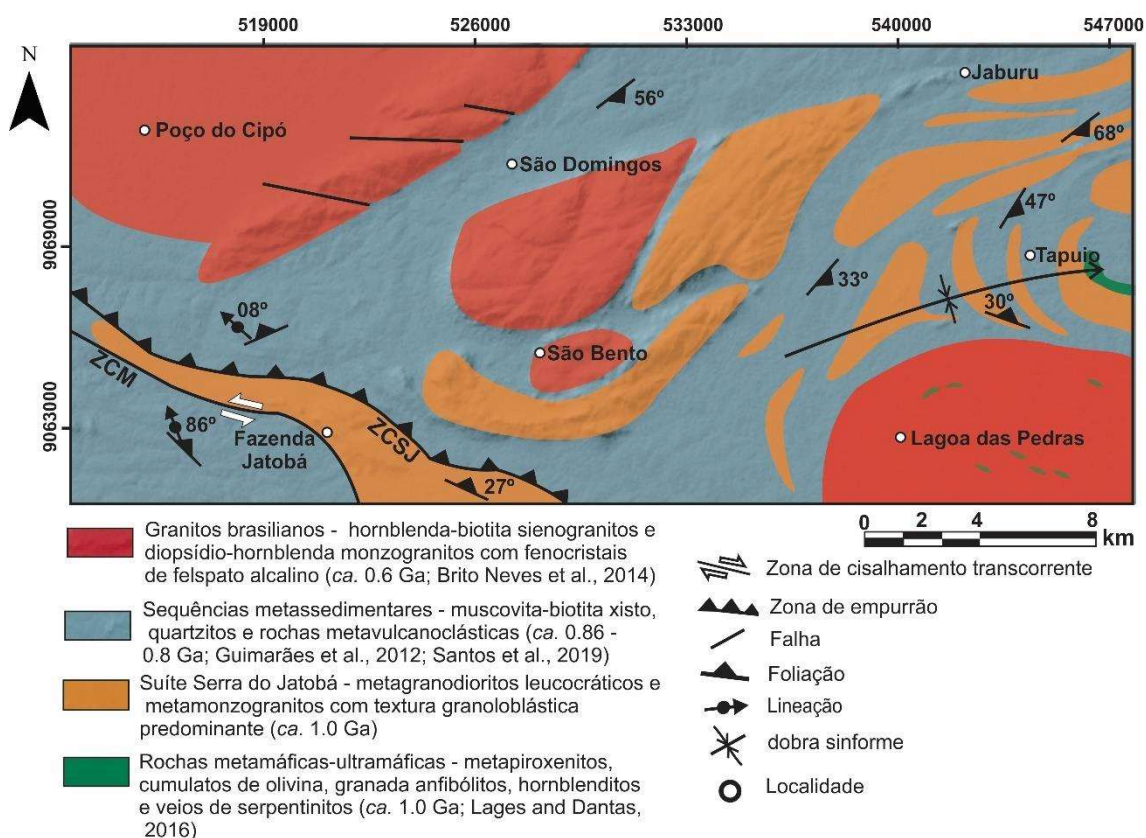


Tabela 1. Descrição das principais unidades da área do entorno da Serra do Jatobá.

Unidade	Descrição	Idade	Trabalhos anteriores
Suíte Serrote das Pedras Pretas	Rochas mineralizadas em Fe-Ti. Olivina cumulos, metapiro Xenitos, ilmenomagnetitos, anfibolitos incluindo hornblenditos e tremolititos com metamorfismo de fácies eclogito.	ca. 1.0 Ga (Larges e Dantas, 2016)	Lima et al., (1985); Beurlen e Lira (1988); Santos (1995); Santos (2001); Lages (2014).
Suíte Serra do Jatobá	Metamonzogranitos à metagranodioritos leucocráticos, apresentando duas micas e textura granoblástica predominante	ca. 1.0 Ga (Paixão et al., 2024)	Santos (1995); Van Schmus et al. (1995); Kozuch (2003); Santos et al. (2010).
Complexo Lagoa das Contendas	Biotita xistos intemperizados com granulação média e intercalados com rochas calcissilicáticas.	ca. 0.99 Ga (Santos et al., 2010)	Sial et al. (1983); Brito Neves et al. (1984); Santos (1995, 1998); Salles et al. (2011); Brito e Marinho (2017)
Complexo São Caetano	Biotita-muscovita xistos com ou sem presença de granada, granulação fina a média e intercalados por lentes de quartzito.	ca. 0.86 – 0.80 Ga (Guimarães et al., 2012; Santos et al., 2019)	Santos (1977, 1995); Brito Neves et al. (1995); Van Schmus et al. (1995); Van Schmus (2000); Santos et al. (2010).
Granitos brasileiros			
Suíte Trunfo	Hornblenda-biotita sienogranitos, leucocráticos e com granulação média a grossa.	ca. 0.58 Ga (Ferreira et al., 2006)	Sial (1987); Angelim et al. (2004); Ferreira et al. (2002); Sial e Ferreira (2016).
Suíte Itaporanga	Diopsídio-hornblenda monzogranitos com fenocristais de feldspato alcalino com granulação média.	ca. 0.65 – 0.62 Ga ((Brito Neves, 2003; Ferreira et al., 2005)	Almeida et al. (1967); Ferreira (1988); Mariano et al. (2001); Sial e Ferreira (2016).

2.3. Referências

Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Science Reviews*, v.18, p. 1-29.

Araujo, C.E.G., Cordani, G.U., Weinberg, R., Basei, M.A.S., Armstrong, R., Sato, K., 2014a. Tracing Neoproterozoic subduction in the Borborema Province (NE- Brazil): clues from U-Pb geochronology and Sr-Nd-Hf-O isotopes on granitoids and migmatites. *Lithos*, v. 202-203, p. 167-189.

Araujo, C.E.G., Rubatto, D., Hermann, J., Cordani, G.U., Caby, R., Basei, M.A.S., 2014b. Ediacaran 2,500 km-long synchronous deep continental subduction in the West Gondwana Orogen. *Nature Communications*, v. 1, 1-8.

Beurlen, H., Lira, R.B., 1988. Bodocó and Floresta, PE: two atypical Fe-Ti occurrences in Northeast Brazil. In: Congresso Latino-Americano de Geologia, 7., 6-13 nov. 1988, Belém, PA. Anais [...]. [São Paulo]: SBG, v. 1, p. 185-200.

Brasilino, R. G., Moraes, D. M. F., 2020. Geologia e recursos minerais da folha Mirandiba SC.24-X-A-I: escala 1:100.000, estado de Pernambuco. Recife: CPRM (Programa Geologia do Brasil).

Brito Neves, B. B., Silva Filho, A. F., 2019. Superterreno Pernambuco-Alagoas (PEAL) na Província Borborema: ensaio de regionalização tectônica. Geologia USP. Série Científica, v. 19(2), p. 3–28.

Brito Neves, B.B., 1975. Regionalização Geotectônica Do PréCambriano Nordestino (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 198.

Brito Neves, B.B., Dos Santos, E.J., Fuck, R.A., Santos, L.C.M.L., 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, v. 46, p. 491-508

Brito Neves, B.B., Santos, E.J., Schmus, W.R.Q., 2000. Tectonic history of the Borborema Province. Tectonic Evolution of South America. International Geological Congress, Special Publication, p. 151-182.

Brito, M. F. L.; Marinho, M. S., 2017. Geologia e recursos minerais da folha Salgueiro SC.24-V-B-III: escala 1:100.000, estado de Pernambuco. Recife: CPRM (Programa Geologia do Brasil).

Caxito, F. A., Santos, L. C. M. L., Ganade, C. E., Bendaoud, A., Fettous, E., 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, v. 50.

Caxito, F. A.; Uhlein, A., Dantas, E., Stevenson, R., Egydio-Silva, M., Salgado, S. S., 2017. The Rio Preto and Riacho do Pontal Belts. São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent. (Org.). Regional Geology Reviews. 1ed.: Springer International Publishing, p. 221-239.

Ferreira, V.P., 1988. Petrologia e geoquímica de rochas peralcalinas do Cinturão de Dobramentos Cachoeirinha Salgueiro, Nordeste do Brasil. Dissertação (Mestrado). Recife: Universidade Federal de Pernambuco.

Ferreira, V.P., Sial, A.N., McReath, I., 2005. Preface to the special issue of *Lithos* on isotopes in igneous petrogenesis. *Lithos*, v. 82(3-4)

Guimarães, I. P.; Van Schmus, W. R.; Neves, B. B. B.; Bittar, S. M. B.; 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*, v. 192-195, p. 52-77.

Jardim de Sá, E. F. ; Hackspacher, P. C., 1980. Reconhecimento estrutural da borda Noroeste do Cráton São Francisco. In: XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, Anais, Sociedade Brasileira de Geologia, v. 5. p. 2719-2731.

Kosin, M., Angelim, L. A. A., Souza, J. D., Guimarães, J. T., Teixeira, L. R., Martins, A. A. M., Bento, R. V., Santos, R. A., Vasconcelos, A. M., Neves, J. P., Wanderley, A. A., Carvalho, L. M., Pereira, L. H. M., Gomes, I. P., 2004. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: Aracaju, folha SC.24. CPRM, 2004. CD-ROM 24/41. Programa Geologia do Brasil - PGB.

Kozuch, M., 2003. Isotopic and trace element geochemistry of Early Neoproterozoic gneissic and metavolcanic rocks in the Cariris Velhos Orogen of the Borborema Province, Brazil, and their bearing tectonic setting (Tese de Doutorado). Universidade de Kansas, Lawrence, p. 199.

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*, v. 280, p. 95-119.

Mariano, G., Neves, S. P., Silva Filho, A. F., Guimarães, I. P., 2001. Diorites of the high-K calc-alkalic Association: Geochemistry and Sm-Nd Data and Implications for the evolution of the Borborema Province, Northeast Brazil. *International Geology Review*, v. 43(10), p. 921-929.

Medeiros, V.C., 2004. Evolução geodinâmica e condicionamento estrutural dos terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, Domínio da Zona Transversal, NE do Brasil (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 200.

Neves, S.P., 2015. Constraints from zircon geochronology on the tectonic evolution of the Borborema Province (NE Brazil): widespread intracontinental Neoproterozoic reworking of a Paleoproterozoic accretionary orogeny. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 58, p. 150-164.

Neves, S.P., Bruguier, O., Bosch, D., Silva, J.M.R., Mariano, G., 2008. U-Pb ages of plutonic and metaplutonic rocks in the southern Borborema Province (NE Brazil): timing of Brasiliano deformation and magmatism. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 25, p. 285-297.

Oliveira, E.P., Windley, B.F., Araújo, M.N.C., 2010. The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Research*, v. 181, p. 64-84.

Oliveira, E.P., Windley, B.F., Mcnaughton, N.J., Bueno, J.F., Nascimento, R.S., Carvalho, M.J., Araújo, M.N.C., 2017. *The Sergipano Belt*. Springer International Publishing.

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.

Sá, J. M.; Bertrand, J. M.; Leterrier, J.; Macedo, M. H. F., 1995. Geochemistry and geochronology of pre-Brasiliano rocks from the Transversal Zone, Borborema province, Northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8, p. 299-314.

Sales, A.O., Santos, E.J., Lima, E.S., Santos, L.C.M.L., Brito Neves, B.B.B., 2011. Evolução petrogenética e tectônica do Evento Cariris Velhos na região de Afogados da Ingazeira (PE), Terreno Alto Pageú, Província Borborema. *Geologia USP - Série Científica*, v. 11, p. 101-121.

Santos, E.J., 1977. O modelo de evolução precambriana da região de Arcoverde, Pernambuco. In: *Simpósio de Geologia do Nordeste*, 8., nov. 1977, Campina Grande, PB. SBG-Núcleo Nordeste, 1977. p. 225-245.

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, p. 73-84.

Santos, E.J., Van Schmus, W.R., Kozuch, M., Brito Neves, B.B., 2010. The Cariris Velhos tectonic event in northeast Brazil. *Journal. South America. Earth Science*, v. 29, p. 61-76.

Santos, L.C.M.L.; Dantas, E.L.; Cawood, P. A.; Lages, G.; Lima, H. M.; Santos, E. J.; Caxito, F.A., 2019. Early to late Neoproterozoic subduction-accretion episodes in the Cariris Velhos Belt of the Borborema Province, Brazil: Insights from isotope and whole-rock geochemical data of supracrustal and granitic rocks. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 96.

Sial, A.N., Silva Filho, A.F., Guimarães, I.P., 1983. Mineral chemistry of the late Precambrian Salgueiro Batholith, state of Pernambuco, Northeast Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 55(1), p. 55-69.

3. ARTIGO CIENTÍFICO I: ESTUDO INTEGRADO DE AEROGEOFÍSICA E GEOLOGIA ESTRUTURAL APLICADO AO MAPEAMENTO GEOLÓGICO DO ENTORNO DA SERRA DO JATOBÁ, TERRENO ALTO PAJEÚ, PROVÍNCIA BORBOREMA

Integrated study of aerogeophysics and structural geology applied to the geological mapping of the Serra do Jatobá region, Alto Pajeú Terrane, Borborema Province

Geofísica e geologia estrutural da Serra do Jatobá

Publicado em: Geologia USP. Série Científica

Recebido em 12 de abril de 2023; aceito em 10 de outubro de 2023

DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-210521>

Mariana Sousa da Paixão¹, Lauro Cézar Montefalco de Lira Santos¹, José Ferreira de Araújo Neto¹

¹ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Departamento de Geologia, Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, 50740-550, Recife, PE, Brasil. telefone: 2126-8240 (mariana.spaixao@ufpe.br; lauro.lsantos@ufpe.br; ferreira.araujo2@ufpe.br)

RESUMO

Este estudo integra dados de satélite (ASTER GDEM), imagens aerogeofísica (gamaespectrometria e magnetometria), mapas geológicos da bibliografia e investigação de campo com objetivo de refinar o conhecimento geológico acerca da região da Serra do Jatobá, Terreno Alto Pajeú da Província Borborema. Este terreno é de particular interesse para o estudo desta província neoproterozoica, pois é constituído por rochas desenvolvidas no intervalo de 1000 – 920 Ma, relacionado ao evento Cariris Velhos. Foram mapeadas seis unidades geológicas que apresentaram contrastes geofísicos, sobretudo no mapa de composição ternária (RGB). Estas incluem rochas ortoderivadas que afloram de forma local (Complexo Cabrobró), rochas paraderivadas formadas por xistos, rochas cálcissilicáticas e quartzitos (complexos Lagoa das Contendas e São Caetano), metagranitos (suítes Recanto-Riacho do Forno e Serra do Jatobá) e granitos

brasileiros (Itaporanga e Triunfo). Estas unidades apresentam disposições principais NW-SE e E-W em resposta ao desenvolvimento de estruturas transcorrentes denominadas de: zonas de cisalhamento Quixabeira, Margarida e Moça, que obliteram estruturas prévias desenvolvidas por tectônica de empurrão cujo transporte tectônico para SSE (*i.e.*, zonas de cisalhamento Cacimba e Jatobá). A orientação regional dessas estruturas é facilmente observada no mapa magnetométrico da primeira derivada DZ, coincidente com o arcabouço regional. Este conjunto é cortado por fraturas e falhas de direção NW-SE e E-W que marcam a transição dútil-rúptil na região.

Palavras-chave: Geofísica aérea; Análise estrutural; Província Borborema.

ABSTRACT

This study integrates satellite data (ASTER GDEM), airborne geophysical maps (gamma-ray spectrometry and magnetometry) and field investigation to refine the geological knowledge about the Serra do Jatobá region, Alto Pajeú Terrane of the Borborema Province. This terrane is of particular interest for the study of this neoproterozoic province, as it comprises rocks developed in the interval 1000-920 Ma, related to the Cariris Velhos event. Six geological units were mapped and present geophysical contrasts, mainly on the ternary compositional (RGB). They include local orthoderived rocks (Cabrobró Complex), paraderived rocks formed by schists, calcsilicate rocks and quartzites (Lagoa das Contendas and São Caetano complexes), intrusive metagranites (Recanto-Riacho do Forno and Serra do Jatobá suites) and Brasileiro-related granitoids (Itaporanga and Triunfo). These units display NW-SE and E-W orientations in response to the development of transcurrent structures denominated Quixabeira, Margarida and Moça shear zones, which obliterate the previous thrust-related top-to-the- SSE fabrics (*i.e.*, Cacimba and Jatobá shear zones). The regional orientation of these structures is easily observed in the first derivative DZ magnetic map. The shear zones are cut by NW-SE and E-W striking fractures and faults direction that mark the ductile-brittle transition in the region.

Keywords: Airborne geophysical data; Structural analysis; Borborema Province.

3.1. INTRODUÇÃO

Dados obtidos por sensores remotos em escala regional são amplamente aplicados para o detalhamento geológico de áreas estruturalmente complexas como o caso de cinturões orogênicos desenvolvidos em diferentes momentos da evolução litosférica terrestre, tais como os orógenos Trans-Hudsoniano e Taltson no Canadá (*e.g.*, Mints et al., 2021; Card et al., 2014) e o sistema Grenville no leste da América do Norte (Rivers, 2020).

Cinturões orogênicos ditos acrecionários são aqueles caracterizados pela aglutinação de fragmentos litosféricos de origens distintas, denominados de terrenos tectonoestratigráficos (Cawood et al., 2009 e referências ali contidas). De acordo com a definição de Howell (1995), terrenos são caracterizados por pacotes de rocha de origem contrastante e limitados por zonas de cisalhamentos importantes.

Durante os últimos 20 anos, interpretações qualitativas e quantitativas de imagens de satélite, mapas magnetométricos e gamaespectrométricos têm contribuído substancialmente para o aprimoramento dos modelos geológico-estruturais de cinturões orogênicos brasileiros, tais como a Província Borborema, no nordeste do Brasil (Oliveira e Medeiros, 2018; Melo et al., 2022; Neves et al., 2022). Esta província é particularmente importante para o entendimento da evolução crustal da América do Sul por apresentar, em reconstituições paleogeográficas, continuidade litológica e estrutural com as faixas orogênicas africanas ao longo da Nigéria, Camarões e Togo (Van Schmus et al., 2008; Santos et al., 2008, 2023a; Caxito et al., 2020a). A combinação destes dados com análise estrutural em escala meso- e microscópica, bem como com mapeamento geológico sistemático, tem sido fundamental para o estudo de possíveis limites de terrenos na região (*e.g.*, Medeiros et al., 2011; Oliveira et al., 2023; Santos et al., 2023b) contribuindo no aprimoramento de modelos geológico regionais, além de auxiliar campanhas prospectivas em áreas potencialmente mineralizadas (*e.g.*, Pereira et al., 2019; Araújo Neto et al., 2023).

A área próxima à Serra do Jatobá, situada ao sudeste de Salgueiro, Pernambuco, apresenta características geológicas singulares que podem contribuir para a compreensão da evolução crustal da Província Borborema. Localizadas no Terreno Alto Pajeú, as rochas aflorantes nesta área foram mapeadas na escala 1:100.000 por Brasilino e Moraes (2020) que interpretaram os litotipos investigados como parte do Cinturão Cariris Velhos, relacionado a evento homônimo (Santos et al., 2010, 2019; Caxito et al., 2020b) e que

podem ter se estabelecido na crosta continental por atividade orogênica (*e.g.*, Kozuch, 2003) ou por processos extensionais (*e.g.*, Guimarães et al., 2012).

Com o avanço dos estudos de mapeamento geológico de maior detalhe nos terrenos que compõem a porção central da Província Borborema, como o caso do Alto Pajeú, reconhece-se a necessidade de explorar melhor o arcabouço crustal de forma local, bem como compreender a geometria e cinemática das estruturas presentes. Com objetivo de refinar o conhecimento geológico desta porção da província, este trabalho se propõe a combinar dados de imagens de satélite, geofísica aérea (magnetometria e gamaespectrometria), mapeamento geológico de detalhe na escala 1:50.000 e análise estrutural mesoscópica do entorno da Serra do Jatobá.

3.2. CONTEXTO GEOLÓGICO

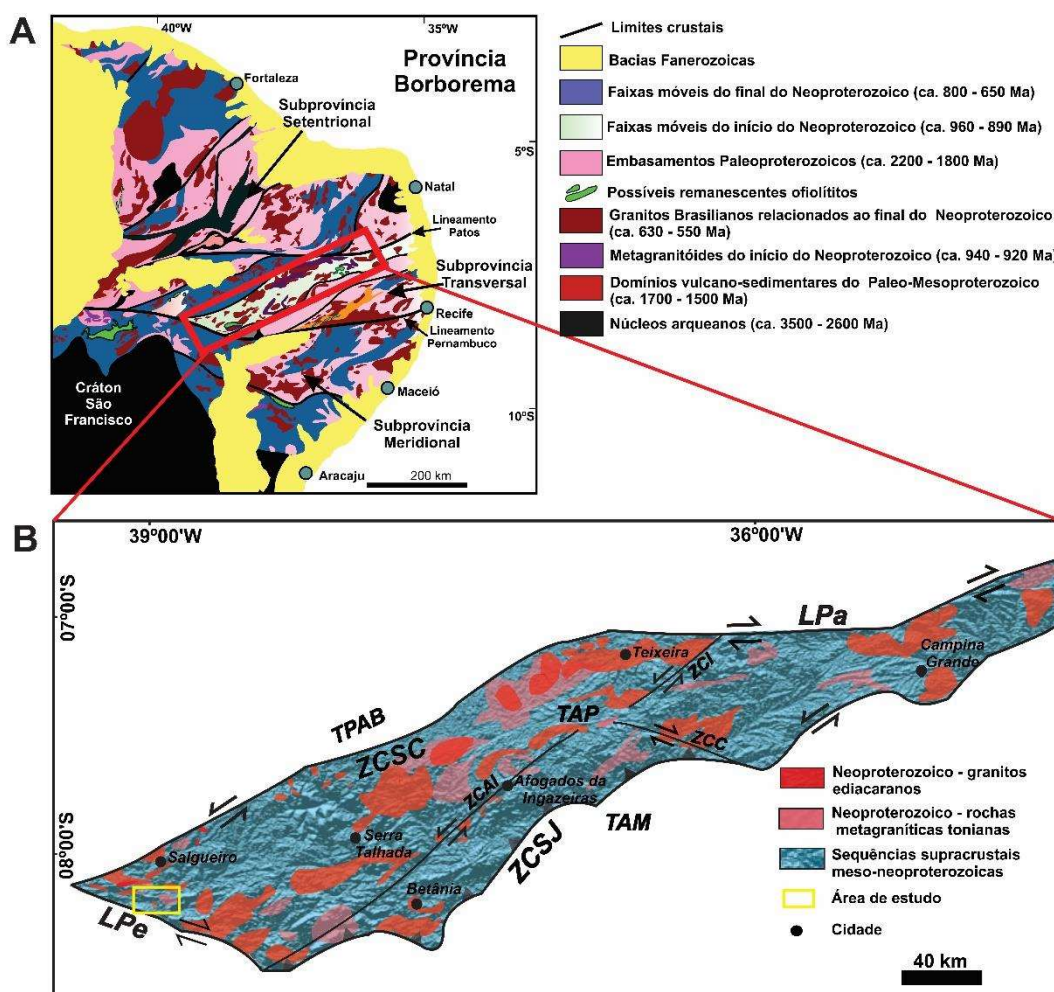
A Província Borborema foi definida por Almeida et al. (1981) como um cinturão orogênico que ocupa a maior parte do nordeste brasileiro, tendo sido desenvolvido durante o evento Brasiliano entre 650 e 500 Ma (Brito Neves et al., 2014 e referências ali contidas). Representa um dos vários orógenos neoproterozoicos que se formaram a partir de esforços compressivos entre paleocontinentes arqueanos e paleoproterozoicos, constituindo parte do continente Gondwana (Brito Neves et al., 2000, 2002, Van Schmus et al., 2008; Caxito et al., 2020a).

Consensualmente define-se que os lineamentos Patos e Pernambuco de direção E-W e cinemática dextral dividem a Província Borborema em três subprovíncias com características geológicas relativamente distintas: setentrional, central/transversal e meridional (Figura 3.1A; Van Schmus et al., 1995, 2011; Santos e Medeiros, 1999). A Subprovíncia Transversal é caracterizada por uma série de terrenos ou domínios dispostos em uma trama geral de direção ENE-WSW separados por importantes zonas de cisalhamento com geometria sinuosa e cinemática predominantemente sinistral (Vauchez et al., 1995; Santos e Medeiros, 1999; Brito Neves et al., 2000). A área estudada está geologicamente inserida no Terreno Alto Pajeú (Figura 3.1B) da Subprovíncia Transversal, um domínio ainda pouco entendido em termos de evolução crustal, sendo composto por i) sequências de rochas metassedimentares e metavulcânicas e ii) suítes de rochas metaplutônicas de protólito com composição intermediária a ácida de idade

toniana, além de ocorrências espaçadas de rochas metaplutônicas paleoproterozoicas (*e.g.*, Kozuch, 2003; Santos et al., 2010; Van Schmus et al., 2011).

As unidades regionais de maior distribuição geográfica correspondem a rochas metavulcânicas e metavulcanoclásticas dos Complexos Lagoa das Contendas e Poço do Salgueiro, biotita-muscovita paragneisses e biotita-muscovita xistos e anfibólitos de protólito magmático do Complexo São Caetano (Santos, 1995; Sales et al., 2011), cuja idade máxima de deposição está na faixa dos 810 Ma (Guimarães et al., 2012; Santos et al., 2019). No interior do Terreno Alto Pajeú são descritos ainda rochas metavulcânicas e metavulcanoclásticas, além de inúmeras intrusões metaplutônicas de idade toniana e granitos ediacaranos relacionados ao ciclo orogênico brasileiro (Kozuch, 2003; Santos et al., 2010; Van Schmus et al., 2011).

Figura 3.1. (A) Mapa geológico da Província Borborema, modificado de Santos et al., 2023a. (B) Esboço litológico simplificado de parte do Terreno Alto Pajeú. Abreviações: TAP (Terreno Alto Pajeú); TAM (Terreno Alto Moxotó); TPAB (Terreno Piancó-Alto Brígida); LPa (LPa (Lineamento Patos); LPe (Lineamento Pernambuco); ZCSC (zona de cisalhamento Serra do Caboclo); ZCSJ (zona de cisalhamento Serra de Jabitacá); ZCAI (zona de cisalhamento Afogados da Ingazeiras); ZCC (zona de cisalhamento Coxixola); ZCI (zona de cisalhamento Itapetim).



3.3. MÉTODOS

A etapa inicial da pesquisa consistiu na consulta e análise dos mapas geológicos regionais, bem como os relatórios associados, principalmente aqueles contidos em Santos (1999) e Brasilino e Moraes (2020). Os limites longitudinais e latitudinais da área estudada são expressos em UTM, respectivamente, 500030 – 528900m W e 9060440 –

9072030m S, zona 24S, projetados em dados horizontais WGS84. A interpretação de lineamentos topográficos no mapa de elevação digital foi realizada imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 90 metros. Foram aplicados filtros *hillshade* à imagem SRTM, utilizando o programa ArcMap, assim destacando cristas e outras características topográficas em quatro direções diferentes (E-W, NW-SE, N-S, NE-SW; ver Burrough e McDonell, 1988). Os parâmetros utilizados nos filtros *hillshade* foram altitude de 45°, fator Z de 0,00000912 e os azimutes de 0, 45, 90 e 315 (Figura 2A).

Dados aerogeofísicos (magnetometria e gamaespectrometria) foram obtidos do projeto Pernambuco-Paraíba, adquirido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), através das empresas LASA Engenharia e Prospecções S/A e Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. A aquisição desses dados por aerolevantamento se deu em uma área total de 134.644,80 km², com altura de voo de 100 m e direção das linhas de voo N-S com espaçamento de 500 metros entre elas. A partir dos dados gamaespectrométricos foram selecionadas imagens dos canais individuais de K, eTh e eU e de composição ternária no sistema de cores RGB a fim de observar as variações dos radioelementos e associar a litotipos presentes na área de estudo (*c.f.*, Dickson e Scott, 1997).

Os dados magnéticos foram gridados pelo método bidirecional, com tamanho de célula de 125 m utilizando o programa *Oasis Montaj 8.1*. Assim, foi obtido o mapa de anomalia magnética (AM), submetido à aplicação de filtro para realce de estruturas magnéticas crustais rasas, resultando no mapa de derivada vertical de primeira ordem (DZ). Neste estudo, foram analisados 48 afloramentos e 18 lâminas petrográficas. Os dados estruturais obtidos em campo foram plotados em estereogramas utilizando a rede de Schmidt Lambert, e as amostras coletadas foram utilizadas para confecção de seções delgadas. A integração desses dados resultou no mapa geológico apresentado para a área em questão.

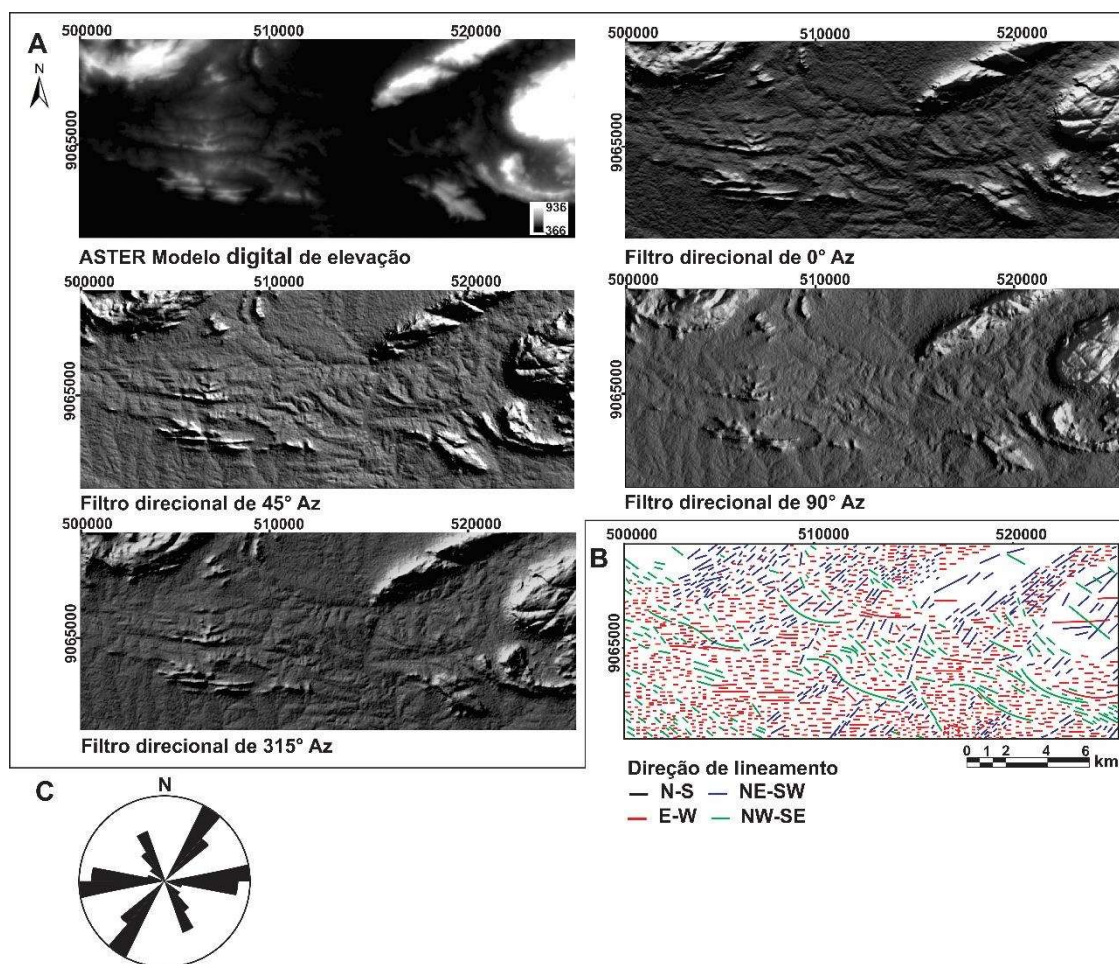
3.4. RESULTADOS

3.4.1. Sensoriamento remoto

Foram interpretados 752 lineamentos dos quais 52% possuem *trend* E-W e comprimento médio de 121,8 metros, enquanto o *trend* NE-SW apresenta 36% dos

lineamentos rastreados, com comprimento médio de 98,3 metros. As estruturas identificadas no *trend* NW-SE constituem 12% e possuem comprimento médio de 153,3 metros (Figura 3.2B). O diagrama de roseta (Figura 3.2C) ilustra que as principais estruturas na área de estudo possuem tendência E-W e NE-SW essencialmente orientados com direções 85° a 98°Az e 22° a 46°, respectivamente. Enquanto as estruturas secundárias têm *trend* NW-SE com direções de 333° a 345°Az, que estão distribuídas por toda a área de estudo.

Figura 3.2. (A) Resultados da técnica de filtro direcional aplicado ao modelo digital de elevação ASTER GDEM. (B) interpretação dos lineamentos da área de estudo baseado no filtro de direção de 0°Az e (C) diagrama de roseta com as principais estruturas.

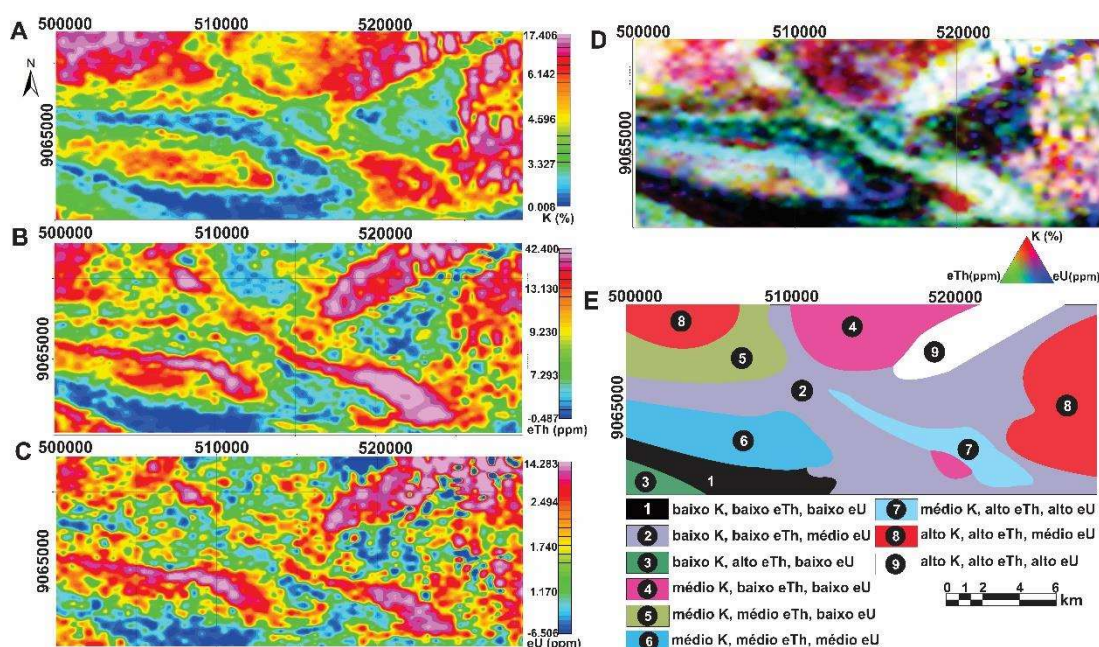


3.4.2. Dados aerogamaespectrométricos

Os mapas dos canais individuais de K (%), eTh (ppm) e eU (ppm) foram os principais produtos que auxiliaram na identificação de unidades geológicas

geofisicamente contrastantes em superfície. Observa-se que valores elevados de K concentram-se nas porções nordeste, sudeste e extremo noroeste da área de estudo (Figura 3A), enquanto altas concentrações de eTh e eU são similares e estão distribuídas em faixas NW-SE e E-W (Figuras 3.3B e 3.3C). Na região nordeste da área, altos valores dos três radioelementos são demonstrados no mapa de composição ternária RGB na figura 3.3D. Nove domínios litogeofísicos foram interpretados de acordo com as concentrações de K, eTh e eU apresentados na figura 3.3E. Dentre os domínios que apresentam maiores discrepâncias em termos de distribuição de radioelementos, destacam-se o domínio 1 que apresenta baixos teores para K, eTh e eU, enquanto o domínio 9 possui altas concentrações nos três radioelementos. O domínio 3 possui alta concentração de eTh, entretanto baixas concentrações de K e eU. O domínio 2, em contraste ao anterior, possui baixo valor de eTh e médios valores de K e eU. O domínio 7 apresenta médio valor de K, possuindo altos valores de eTh e eU. Já o domínio 6 possui valores intermediários nos três radioelementos.

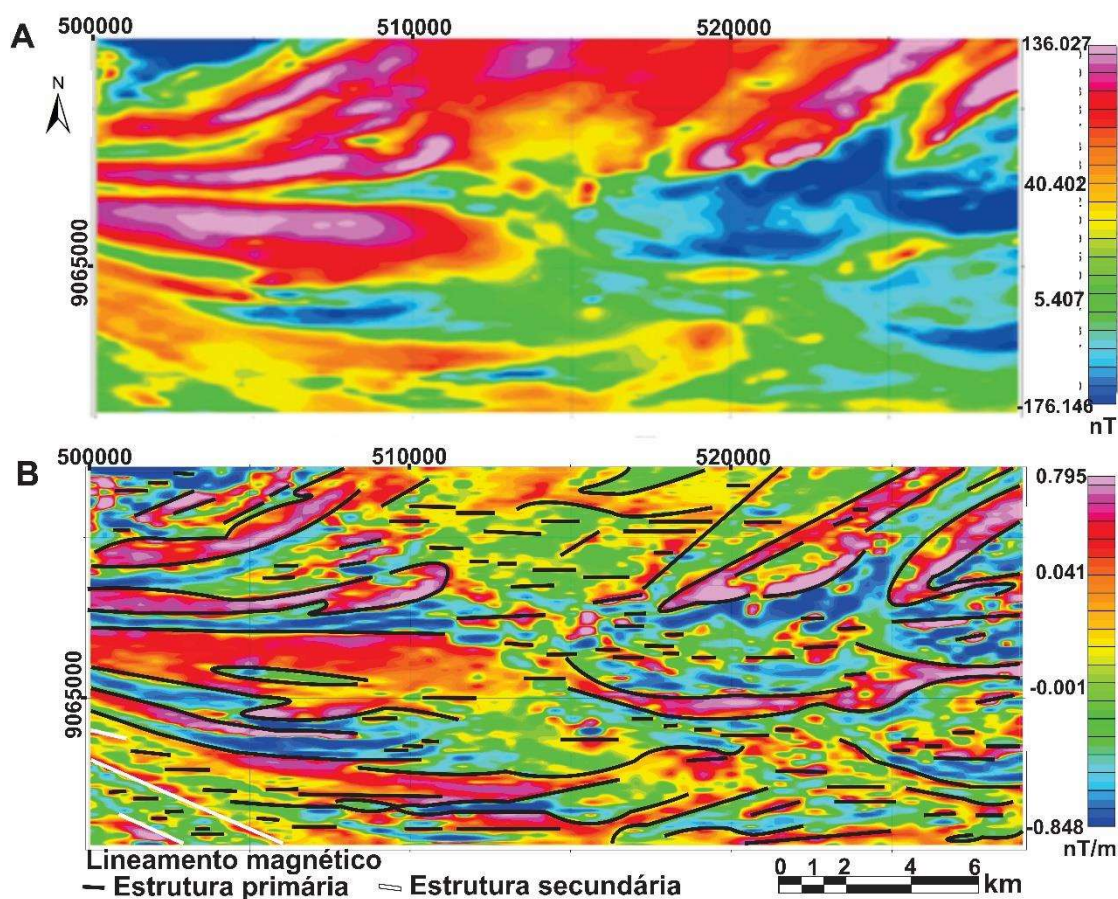
Figura 3.3. Mapas gamaespectrométricos: (A) de K; (B) Th equivalente; (C) U equivalente; (D) mapa de composição ternária RGB; (E) mapa litogeofísico apresentando os nove domínios definidos e suas respectivas classificações.



3.4.4. Dados aeromagnetométricos

Com o auxílio dos mapas magnetométricos de campo magnético anômalo (Figura 3.4A) e primeira derivada em Z do campo magnético foi possível traçar as principais estruturas magnéticas presentes na área (Figura 3.4B). As anomalias magnéticas mais expressivas estão associadas ao *trend* principal de direção E-W, com algumas inflexões para NE-SW (Figura 3.4B). As estruturas secundárias também seguem a estruturação principal, exceto os lineamentos observados na porção sudoeste da área estudada que possuem direção preferencial NW-SE. Em função da limitação geográfica em comparação com os parâmetros do levantamento aerogeofísico, as estruturas regionais de maior expressão foram mais bem realçadas no mapa de primeira derivada em Z.

Figura 3.4. Mapas aeromagnetométricos: (A) campo magnético anômalo (CMA); (B) primeira derivada em Z do campo magnético (DZ) com principais lineamentos magnéticos.



3.4.5. Unidades mapeadas

Em campo foram mapeadas seis unidades com base na distribuição geográfica e nos litotipos que ocorrem associados (Figura 3.5). A unidade 1 engloba ortogneisses migmatizados de composição granodiorítica a granítica, miloníticos de cor cinza a rosa clara e intercalações de rochas metamáficas indiferenciáveis. Os membros menos deformados são equigranulares, médios a finos e apresentam ocasionais ocorrências de porfiroclastos de feldspato alcalino. Rochas desta unidade ocorrem na forma de pequenos blocos bastante intemperizados e estão localizadas na porção sudoeste da área estudada. Essas rochas afloram de maneira descontínua e maior detalhe não pôde ser dado em função das dificuldades de acesso. Também na porção sudoeste, ocorrem rochas associadas a unidade 2, que formam uma faixa contínua na direção E-W dominada por biotita xistos que são compostos por biotita, muscovita, quartzo e granada, além de ocorrências pontuais de feldspato alcalino e titanita. Os principais afloramentos são caracterizados por pacotes de rocha moderadamente intemperizados que apresentam foliação sinuosa, exibindo estruturas crenuladas (Figura 3.6A), além de intercalações com rochas calcissilicáticas que ocorrem de forma descontínua ao longo da sequência, principalmente formando blocos menores e matacões (Figuras 3.6B). Estas últimas apresentam mineralogia relativamente simples, sendo dominada por uma massa irregular de diopsídio, hornblenda, quartzo, plagioclásio, escapolita, granada e titanita. Os xistos apresentam textura lepidoblástica bem desenvolvida onde as lamelas de filossilicatos ocorrem dobradas quando em contato com porfiroblastos de granada, interpretados como de origem *sin*-cinemática. Em contraste, as rochas calcissilicáticas possuem bandas grano-nematoblásticas finas a médias constituídas pela intercalação de clinopiroxênio e anfibólio com segregações de quartzo, plagioclásio e granada.

A unidade 3 envolve as rochas de maior distribuição geográfica, que correspondem a biotita-muscovita xistos com ou sem porfiroblastos de granada (Figura 3.6C), bem como quartzitos que ocorrem como lentes concordantes com a foliação regional (Figura 3.6D). Os xistos apresentam muscovita, quartzo, biotita, plagioclásio, granada, titanita, turmalina e minerais opacos como principais fases presentes. Exibem uma foliação onde os filossilicatos estão dispostos em microdobramentos representando a ocorrência de clivagem de crenulação. A textura geral alterna camadas granoblásticas, dominadas por quartzo e feldspato com porções lepidoblásticas formadas pela paragênese biotita + muscovita $\pm$ clorita. Os quartzitos apresentam uma coloração cinza-amarelada,

sendo constituídos por camadas ricas em quartzo intensamente recrystalizado, níveis ricos em muscovita com dimensão milimétricas, que por vezes exibem pequenas concentrações de diminutos cristais de granada e turmalina. Em alguns afloramentos, os quartzitos podem ocorrer com coloração esbranquiçada à acinzentada, em função da elevada concentração de muscovita, típica de textura sacaroidal.

A unidade 4 é constituída por metagranitoides de composição monzogranítica e ortognaisses com bandamento composicional bem desenvolvido entre bandas metadioríticas e graníticas. A presença de estrutura milonítica é observada nessas rochas e interpretada como resultado da deformação imposta por zonas de cisalhamento transcorrentes descritas na região (Figura 3.6E). Os metamonzogranitos apresentam granulação média a grossa e sua mineralogia inclui quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, biotita e hornblenda. A textura principal destas rochas é granoblástica, em membros com elevado grau de deformação. Entretanto, é comum a presença de relictos de textura magmática hipidiomórfica, caracterizada pela distribuição equi- a inequigranular dos minerais nos membros menos deformados.

A unidade 5 ocorre na porção sudeste da área, sendo composta por metagranitoides de composição granodiorítica (Figura 3.6F) que apresentam pouca ou nenhuma evidência de deformação dúctil e, que gradam localmente para *augen* gnaisses e protomilonitos. Os metagranodioritos variam de leucocráticos a mesocráticos, são equi- a inequigranulares e apresentam porfiroclastos de feldspato que denotam variado grau de deformação. Estas rochas são compostas por quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino (microclínio e ortoclásio), hornblenda, biotita, muscovita e minerais opacos, além de clorita, epidoto e titanita. A textura principal é hipidiomórfica com algumas porções recrystalizadas, definindo a presença de textura granoblástica marcada pela intercalação de cristais de quartzo e feldspato. As demais unidades correspondem a suítes graníticas brasileiras, presentes em toda porção central da Província Borborema. Na área de estudo, rochas graníticas são agrupadas como unidade 6 e são divididas com base em feições de campo e petrográficas em duas suítes: Itaporanga, à nordeste (Figura 3.6G) e Triunfo, que ocupa as porções noroeste, nordeste e sudeste (Figura 3.6H). A Suíte Itaporanga apresenta monzogranitos mesocráticos, inequigranulares e com granulação média a grossa. Já a Suíte Triunfo é composta por sienogranitos leucocráticos com granulação média a grossa. Os monzogranitos da Suíte Itaporanga possuem composição mineralógica constituída por plagioclásio (25%), ortoclásio (20%), quartzo (15%), anfibólio cálcico (15%),

microclínio (10%), clinopiroxênio (8%), biotita (6%) e minerais acessórios (apatita, zircão, epidoto, turmalina; <1%). Exibem texturas granulares hipidiomórficas, além de evidências pontuais de texturas mirmequítica e pertitítica. Já os sienogranitos da Suíte Triunfo são constituídos por quartzo (25%), feldspato alcalino (25%), plagioclásio (20%), biotita (15%), anfibólio (10%), titanita (4%) e minerais acessórios (epidoto, apatita, zircão e minerais opacos; 1%). A textura porfírica é dada pela presença abundante de fenocristais de quartzo e feldspato que ocorrem inseridos em uma matriz de granulação média.

Figura 3.5. Mapa geológico da região do entorno da Serra do Jatobá.

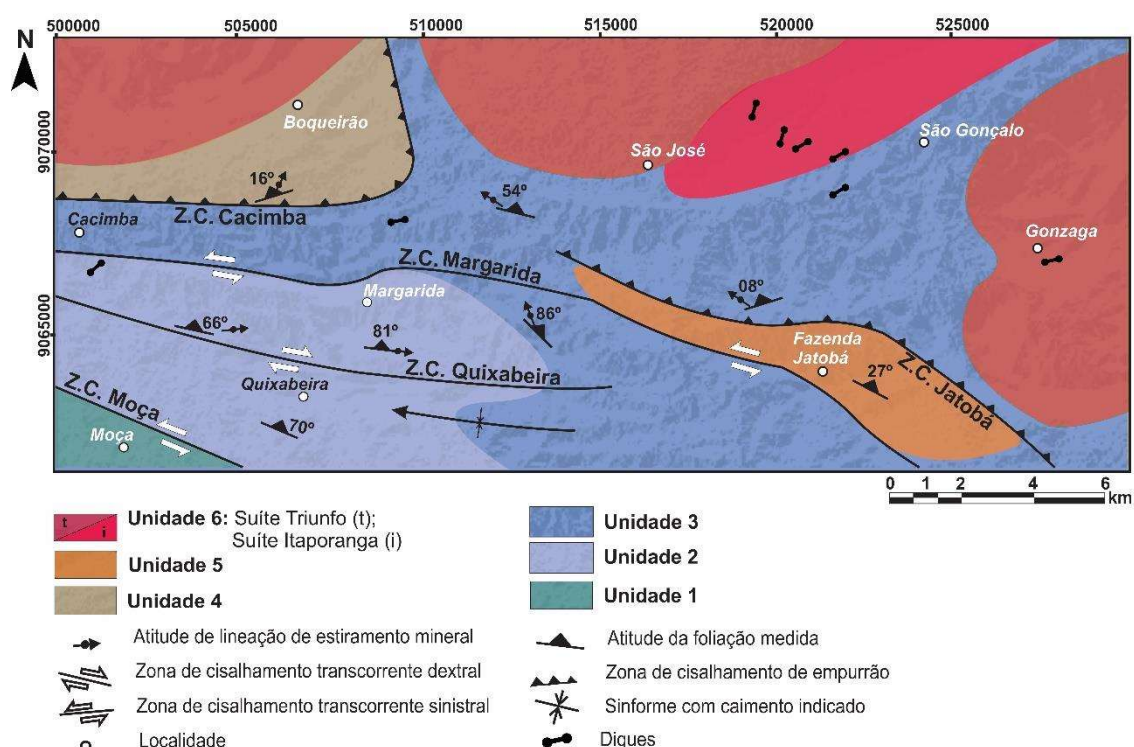
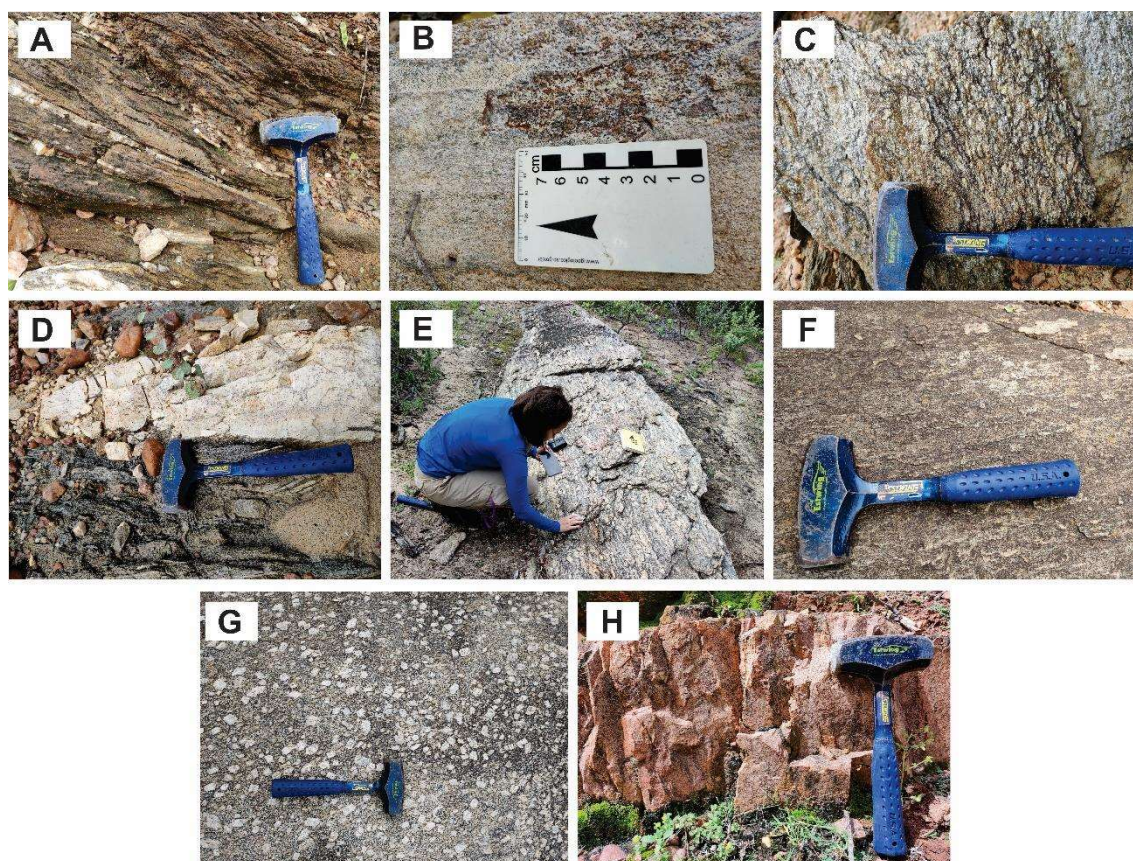


Figura 3.6. (A) Afloramento de xisto com lentes/camadas de quartzito do sendo cortado por veios pegmatíticos do Complexo Lagoa das Contendas; (B) rocha calcissilicática com bandamento incipiente e concentrações de clinopiroxênio e titanita do Complexo Lagoa das Contendas; (C) biotita-muscovita-xisto do Complexo São Caetano; (D) lente de quartzito concordante com a xistosidade e foliação milonítica de biotita-muscovita xisto; (E) augen gnaisse milonitizado de coloração acinzentado aflorante na porção noroeste da Suíte Recanto-Riacho do Forno; (F) metagranitoide de composição granodiorítica pouco deformado da Suíte Serra do Jatobá; (G) granito classificado como Suíte Itaporanga apresentando coloração cinza escuro e com fenocristais de feldspato alcalino; (H) afloramento do granito classificado como Suíte Triunfo com coloração rosa e granulação fina a média.



3.4.6. Análise estrutural

Durante o mapeamento geológico da área, foram identificadas três fases deformacionais, nomeadas aqui de D₁, D₂ e D₃, sendo as duas primeiras relacionadas ao regime dúctil e a última de caráter rúptil. A primeira fase é caracterizada pelo desenvolvimento de planos de foliação (S₁) de baixo ângulo (~15°) mergulhando para N-

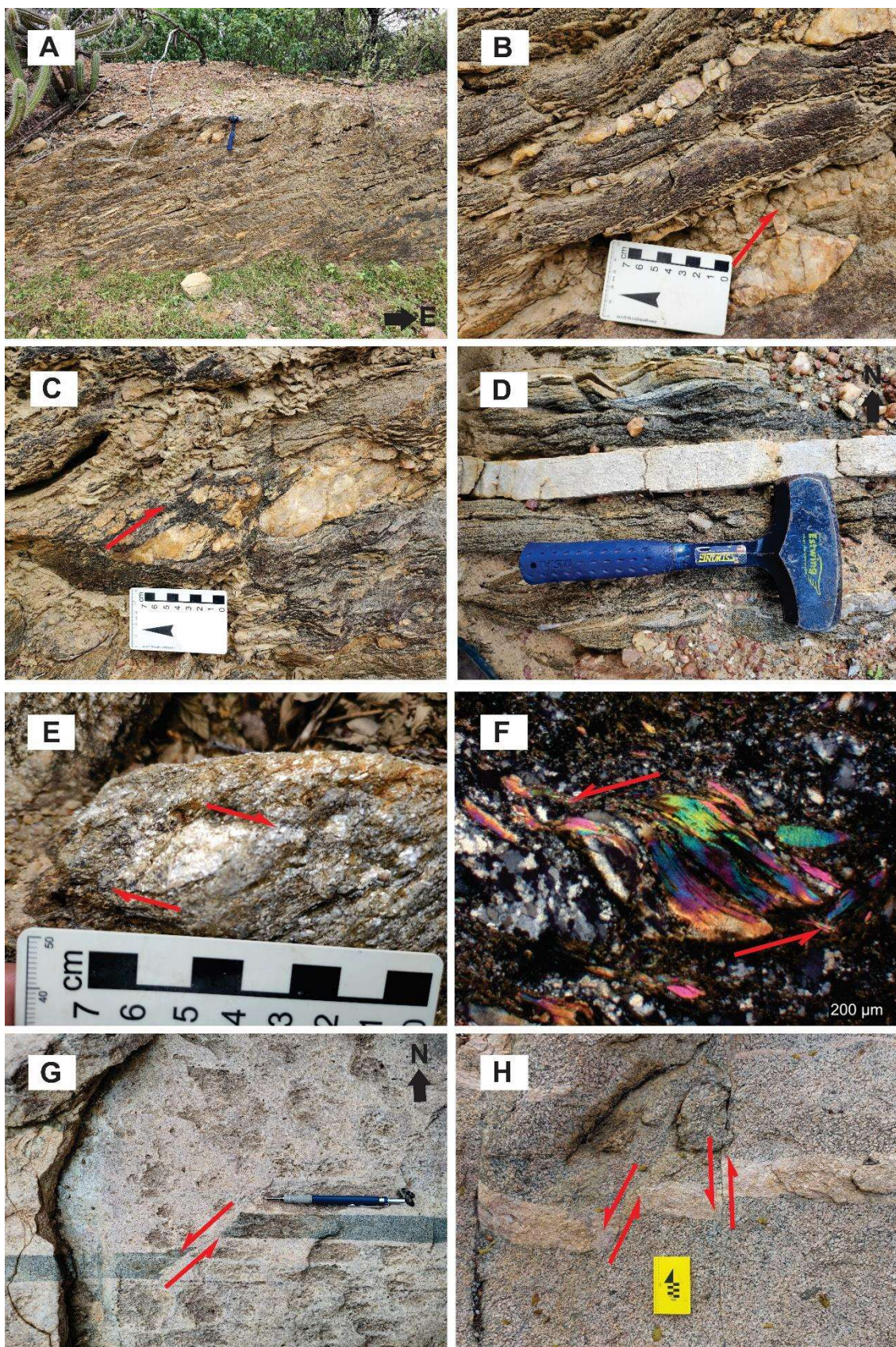
NE e N-NW, que ocorre, em geral, associada a uma lineação de estiramento (L_1) de alto *rake* mostrando um caimento geral para NNW. Estas estruturas estão materializadas em bandamentos composicionais máfico-félsico nos ortognaisses da unidade 2 que afloram na porção noroeste da área, como também estão presentes no desenvolvimento da xistosidade dos biotita-muscovita xistos (unidade 3; Figura 3.7A) principalmente na porção sudeste. Em planos paralelos a superfície XZ do elipsoide de deformação, os principais critérios cinemáticos associados a D_1 são superfícies S-C e sigmoides do tipo σ , principalmente nos cristais de feldspato e quartzo (Figuras 3.7B e 3.7C). A combinação das atitudes de foliação, caimento da lineação e critérios cinemáticos observados sugerem uma tectônica de empurrão com transporte tectônico para SSE. Interpreta-se aqui que esta fase é de caráter contracional evidenciada pelas zonas de cisalhamento Cacimba e Jatobá situadas nas porções noroeste e sudeste, respectivamente.

A fase tectônica D_2 é responsável pela trama estrutural predominante na área, sendo relacionada à milonitos com foliações subverticais desenvolvidas sobre xistos com foliação de médio a alto ângulo ($> 65^\circ$; Figura 3.7D) e ortognaisses que gradam para milonitos e protomilonitos quando associados a Zona de Cisalhamento Quixabeira de direção E-W, bem como as zonas de cisalhamento Margarida e Moça. A lineação de estiramento associada inclui agregados de clorita-albita-epídoto sendo majoritariamente horizontal a sub-horizontal, embora valores intermediários sejam sugestivos de padrões de interferência entre as fases D_2 e D_1 .

Ao longo dos corredores miloníticos da Zona de Cisalhamento Quixabeira, critérios cinemáticos mesoscópicos mais evidentes incluem porfiroclastos do tipo σ e porfiroclastos rotacionados ao longo das superfícies S_2 , que ocorrem principalmente nos litotipos ortoderivados. Adicionalmente, em seções delgadas, os principais critérios observados são porfiroclastos do tipo σ e porfiroclastos deformados, além de *mica fish* nos xistos estudados, que assim como aqueles observados em escala mesoscópica indicam movimentação horária para esta estrutura (Figura 3.7E). São descritas ainda, zonas de cisalhamento de direções NW-SE (zonas de cisalhamento Margarida e Moça), cujos principais critérios cinemáticos em escala mesoscópica incluem porfiroblastos do tipo σ , porfiroclastos manteados e bandas de cisalhamento dos tipos C e C', que sugerem movimentação sinistral. Já em seção delgada, os principais critérios cinemáticos e geométricos observados nos xistos são *mica fish* (Figura 3.7F), microdobramentos assimétricos, enquanto nas rochas ortoderivadas são porfiroclastos do tipo σ de ortoclásio.

Por fim, toda esta trama é cortada por estruturas relacionadas a fase D₃, que representa um evento de caráter transtraccional rúptil-dúctil. Nesta fase, predominam fraturas e falhas transcorrentes sinistrais que são preenchidas por diques, veios e vênulas de rochas mesocráticas finas (dioritos a quartzo-dioritos), pegmatitos e aplitos (Figuras 3.7G e 3.7H). Os traços estruturais rúpteis são observados em escala de afloramento, os quais apresentam orientações preferenciais nas direções NNE-SSW e E-W. Observa-se ainda que fraturas locais cortam os diques em direções variadas, sugerindo ao menos em escala local, mais de um episódio de deformação rúptil, ainda que não claramente identificado no presente trabalho.

Figura 3.7. (A) Afloramento de biotita-muscovita xisto do Complexo São Caetano, afetado pela tectônica de empurrão; (B) critério cinemático da Zona de Cisalhamento Jatobá evidenciado por sigmoide contraccional do tipo σ ; (C) critério cinemático evidenciado por sigmoide do tipo σ na porção noroeste da área; (D) biotita-muscovita xisto intercalado com lente de quartzito com foliação verticalizada observada em planta; (E) biotita-muscovita xisto com mica fish em escala mesoscópica indicando cinemática dextral; (F) microfotografia de mica fish com cinemática sinistral; (G) sienogranito da Suíte Triunfo cortado por dique de composição diorítica e com falha transcorrente sinistral; (H) conjunto de falhas sinistrais em sienogranito da Suíte Triunfo.



3.5. DISCUSSÃO

Com base na integração dos dados geofísicos com aqueles obtidos por trabalho de campo, foram mapeadas seis unidades geológicas distintas. Os gnaisses mapeados na porção sudoeste, classificados como unidade 1 estão associados ao domínio gamaespectrométrico 3 e podem ser interpretados como parte do Complexo Cabrobó, que é constituído por uma sequência de rochas gnáissicas a gnáissico migmatíticas com intercalação de rochas metamáficas, cuja idades de cristalização encontra-se na faixa entre 643 e 554 Ma (Cruz et al., 2014). A unidade 2 que é descrita na porção sudoeste possui rochas com características geológicas e geofísicas análogas as descritas para o Complexo Lagoa das Contendas (*e.g.*, Santos et al., 2010; Oliveira et al., 2023), sendo correlacionáveis aos domínios gamaespectrométricos 1 e 6. Essa unidade é descrita genericamente como uma sequência supracrustal que agrupa paragneisses, xistos, quartzitos, rochas calcissilicáticas e rochas metavulcânicas (Sales et al., 2011; Brito e Marinho, 2017) cuja idade obtida por U-Pb em zircão obtida em metatufos é de 995 ± 8 Ma (Santos et al., 2010). Já a unidade 3 é constituída principalmente por biotita-muscovita xistos que correspondem ao domínio gamaespectrométrico 2 e podem ser correlacionáveis aos membros metassedimentares do Complexo São Caetano, descritas regionalmente como granada-biotita-muscovita paragneisses e xistos, metagrauvacas, rochas metavulcânicas incluindo aquelas de protólito vulcanoclástico que se intercalam com lentes de mármore e quartzitos (*e.g.*, Santos, 1999), cuja idade máxima de deposição encontra-se é de faixa de 806 – 860 Ma (Guimarães et al., 2012; Santos et al., 2019).

Os metamonzogranitos e ortogneisses da unidade 4 podem ser correlacionados ao domínio gamaespectrométrico 5 e interpretados como parte da Suíte Recanto-Riacho do Forno, descritas regionalmente como muscovita ortogneisses monzograníticos porfiroclásticos, sienograníticos e álcali feldspato graníticos e migmatitos peraluminosos com idade que variam entre *ca.* 1037 e 991 Ma (Santos, 1995; Van Schmus et al., 1995, 2011; Santos et al., 2010), ou seja, representativos do crescimento da crosta continental durante o evento Cariris Velhos. A unidade 5 que é constituída por metagranodioritos descritos na porção sudeste que correspondem geofisicamente ao domínio gamaespectrométrico 7, definida neste trabalho como *Stock* Serra do Jatobá, que apresenta características meso- e microscópicas correlacionáveis a Suíte Intrusiva Cariris Velhos *sensu strictu* de Santos (1995) que é composta por metagranitoides, ortogneisses

leucograníticos e migmatitos de fonte crustal (e.g., Brito Neves et al., 1995; Kozuch, 2003; Santos et al., 2010).

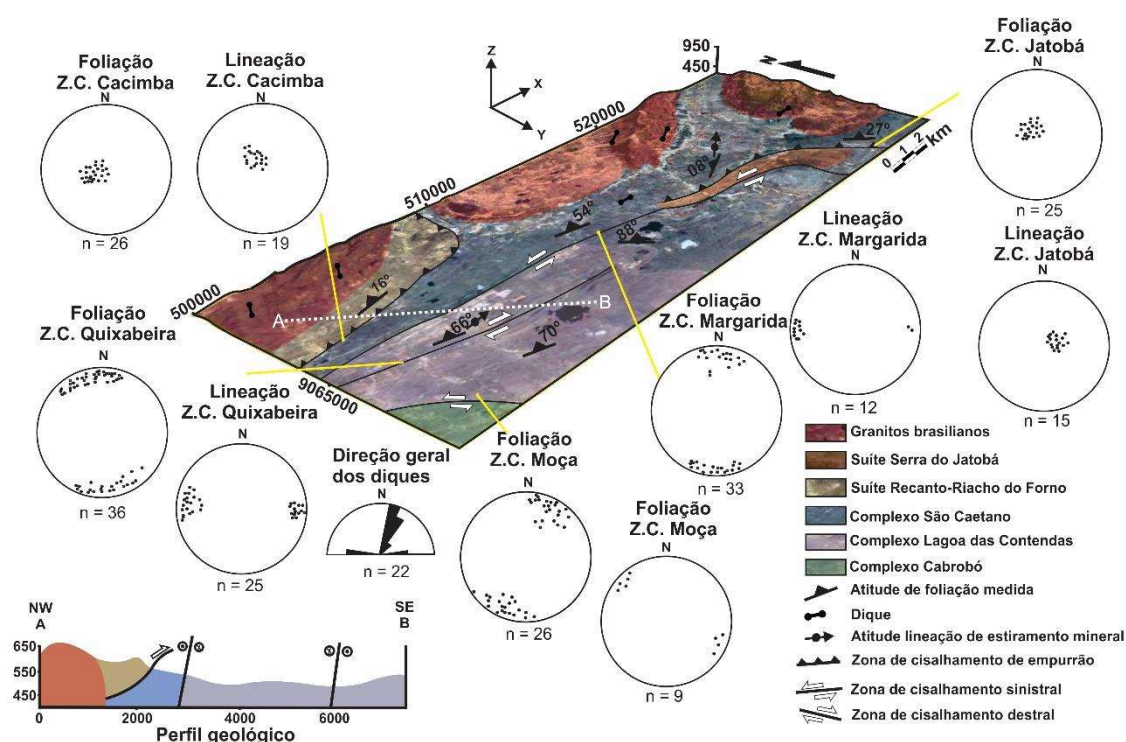
Os granitos mapeados classificados como unidade 6 foram divididas em duas suítes: Itaporanga e Triunfo. A Suíte Itaporanga concentra-se a nordeste da área e pode ser correlacionado ao domínio gamaespectrométrico 9, enquanto a Suíte Triunfo aflora nas porções noroeste, nordeste e sudeste da área e correlacionado aos domínios 4 e 8. Essas rochas correspondem a manifestação magmática do ciclo orogênico brasileiro na região, sendo a Suíte Itaporanga apresentando idades de cristalização no intervalo entre *ca.* 650 e 620 Ma, enquanto o Triunfo é datado entre *ca.* 590 e 570 Ma, conforme diversas determinações geocronológicas disponíveis (Ferreira, 1988; Mariano, 2001; Ferreira et al., 2005). De acordo com Sial e Ferreira (2016) e referências ali contidas, rochas da Suíte Itaporanga estão regionalmente associados à episódios contracionais no interior da zona transversal envolvendo eventos de consumo de crosta oceânica, enquanto rochas da Suíte Triunfo estariam associadas a fases sin- a pos transcorrência, sendo correlacionados a uma fase de estabilização de um possível arco magmático, produzindo rochas potássicas e com fortes evidências de contaminação crustal (ver Brito Neves et al., 2016 para detalhes).

De acordo com os dados de sensoriamento remoto, magnetométricos e estruturais descritos em campo, a região é caracterizada pelo *trend* regional de direção E-W e NE-SW, trama geral da Subprovincia Transversal. O primeiro evento corresponde a tectônica de empurrão, marcado por foliação de baixo ângulo e zonas de cisalhamento Cacimba e Jatobá com para SSE, respectivamente. Essas estruturas não foram devidamente caracterizadas pelo mapeamento na escala 1:250.000 realizado Brasilino e Moraes (2020), provavelmente por uma questão de escala de trabalho, mas refletem tipicamente a tectônica pré-transcorrente da região descrita também em diversos domínios ou terrenos ao longo da Subprovincia Transversal (e.g., Brito Neves et al., 2000; Rodrigues e Archanjo, 2011; Santos et al., 2012). Já o segundo evento é responsável pela trama estrutural dominante, sendo relacionada à milonitos subverticais, com intensa evidência de deformação não coaxial provocada pelo regime transcorrente brasileiro, comum em toda Província Borborema (e.g., Vauchez et al., 1995; Neves et al., 2021; Santos e Viegas, 2021). Essas estruturas são correlacionáveis regionalmente com fases de tectônica intrusiva gerada em torno de 590 – 580 Ma, resultantes de episódios colisionais entre a

litosfera dominante da Província Borborema com o Cráton São Francisco (Ganade de Araújo et al., 2014).

Ao longo desta área, algumas estruturas transcorrentes foram mapeadas e incluem zona de cisalhamento Quixabeira com direção E-W e cinemática dextral, além das zonas de cisalhamento Margarida e Moça de direção NW-SE, com cinemática sinistral, correlacionáveis a trama estrutural geral definida para essa porção da Província Borborema (Brito Neves et al., 2000). Ressalta-se que a zona de cisalhamento Moça marca localmente o limite entre o Terreno Alto Pajeú com o Terreno Pernambuco-Alagoas de Brito Neves e Silva Filho (2019; e referências ali contidas), na porção SW da área, colocando em contato as rochas supracrustais do Complexo Lagoa das Contendas com aquelas pertencentes ao Complexo Cabrobó. A síntese das estruturas e unidades descritas neste trabalho encontra-se representada na figura 3.8, no qual apresenta um modelo 3D para a área de estudo. Por fim, ressalta-se que com o avanço das pesquisas nessa região, estas unidades e estruturas poderão ser mais bem detalhadas, contribuindo com maior precisão para o arcabouço crustal do terreno em questão, bem como para o melhor entendimento da evolução da porção central da Província Borborema.

Figura 3.8. Figura esquemática em 3D do entorno da Serra do Jatobá mostrando a distribuição das principais estruturas e litotipos mapeados neste trabalho. Eixos: z (altitude – metros); x (longitude); y (latitude).



3.6. CONCLUSÕES

Foram mapeadas seis unidades geológicas que coincidem de forma satisfatória com os domínios gamaespectrométricos marcados qualitativamente. Estas são: Complexo Cabrobró (ortognaisses e migmatitos ortoderrivados), Complexo Lagoa das Contendas (biotita xistos com intercalações de rochas calcissilicáticas), Complexo São Caetano (biotita-muscovita xistos com intercalações de quartzitos), Suíte Recanto-Riacho do Forno (ortognaisses, protomilonitos e metamonzogranitos), Suíte Serra do Jatobá (metagranodioritos com variável grau de deformação) e granitos brasileiros divididos em duas suítes Itaporanga (monzogranitos porfíricos) e Triunfo (sienogranitos com deformação incipiente). As rochas mapeadas sofreram vários eventos de deformação, descritos de forma didática nas fases D₁ a D₃. A fase mais antiga é materializada em corredores miloníticos que formam tectonitos de baixo ângulo de mergulho associados a lineação de estiramento de alta obliquidade. Estes estão associados as zonas de cisalhamento Cacimba e Jatobá, cujos principais critérios cinemáticos são porfiroclastos do tipo σ que integrados com o mergulho da foliação para NNW-NNE e a lineação *up-dip* verticalizada são indicativos de transporte tectônico para SSE. Já a fase D₂ é interpretada aqui como responsável pela trama dominante na área, o que está em acordo com a trama regional do Terreno Alto Pajeú. As principais estruturas mapeadas são a zona de cisalhamento transcorrente Quixabeira de orientação E-W cinemática dextral e as zonas de cisalhamento Margarida e Moça de orientação NW-SE de cinemática sinistral. Ressalta-se que esta última corresponde ao limite tectônico local entre o Terreno Alto Pajeú e o Terreno Pernambuco-Alagoas, fato que merece uma investigação mais profunda. Por fim, toda trama é cortada por uma complexa rede de falhas nas direções NW-SE e E-W, interpretadas como os principais representantes da deformação rúptil (D₃).

3.7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio institucional da Universidade Federal de Pernambuco, bem como a concessão da bolsa de pesquisa nº BIC-0011-1.07/22, vinculada ao projeto de pesquisa “Petrogênese dos metagranitoides da Suíte Serra do Jatobá, região de Mirandiba (PE) e implicações para a evolução do Evento Cariris Velhos na Província Borborema” nº 16/2021 – APQ-JP, concedidos pela Fundação de Amparo a Ciência do Estado de Pernambuco (FACEPE). O suporte financeiro concedido pelo INCT-Estudos tectônicos também foi importante para a realização desta pesquisa.

Agradecemos ao Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) por cordialmente ceder os dados de gamaespectrometria e magnetometria para fins de pesquisa.

3.8. REFERÊNCIAS

Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B., Fuck, R. A. (1981). Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Science Reviews*, 18, 1-29. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(81\)90003-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(81)90003-9)

Araújo Neto, J. F., Santos, L. C. M. L., Viegas, G., Souza, C. P., Miggins, D., Cawood, P. A. (2023). Structural and geochronological constraints on the Portalegre shear zone: Implications for emerald mineralization in the Borborema Province, Brazil. *Journal of Structural Geology*, 174, 104921. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2023.104921>

Brasilino, R. G., Morais, D. M. F. (2020). *Geologia e recursos minerais da folha Mirandiba SC.24-X-A-I: escala 1:100.000, estado de Pernambuco*. Recife: CPRM (Programa Geologia do Brasil). Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21294>. Acessado em: 12 out. 2023.

Brito Neves, B. B., Fuck, R. A., Pimentel, M. M. (2014). The Brasiliano collage in South America: a review. *Brazilian Journal of Geology*, 44, 493-518. <https://doi.org/10.5327/Z2317-4889201400030010>

Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Fuck, R. A., Santos, L. C. M. L. (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., Campos Neto, M. C., Van Schmus, W. R., Santos, E. J. (1995). O Evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 25, p. 279-296. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1995279296>

Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Schmus, W. R. Q. (2000). Tectonic history of the Borborema Province, northeastern Brazil. *Tectonic Evolution of South America. 31st International Geological Congress*, Special Publication, 151-182. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/235451608_Tectonic_history_of_the_Borborema_Province_northeastern_Brazil. Acessado em: 08 ago. 2023.

Brito Neves B. B., Van Schmus W. R., Fetter A. H. (2002). North-western Africa - North-eastern Brazil. Major tectonic links and correlation problems. *Journal of African Earth Sciences*, 34(3-4), 275-278. [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(02\)00025-8](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(02)00025-8)

Brito Neves, B. B., Silva Filho, A. F. (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>

Brito, M. F. L., Marinho, M. S. (2017). Geologia e recursos minerais da folha Salgueiro SC.24-V-B-III: escala 1:100.000, estado de Pernambuco. Recife: CPRM (Programa Geologia do Brasil). Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17660>. Acessado em: 08 ago. 2023.

Burrough, P. A., Mcdonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford, Oxford University Press.

Card, C. D., Bethune, K. M., Davis, W. J., Rayner, N., Ashton, K. E. (2014). The case for a distinct Taltson orogeny: Evidence from northwest Saskatchewan, Canada. *Precambrian Research*, 255(1), 245-265. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2014.09.022>

Caxito, F. A., Santos, L. C. M. L., Ganade, C. E., Bendaoud, A., Fettous, E., Bouyo, M. H. (2020a). Toward and 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). <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). <https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190082>

Cawood, P. A., Kroner, 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. Disponível em: <http://sp.lyellcollection.org/>. Acessado em: 15 ago. 2023.

Cruz, R. F., Pimentel, M. M., Accioly, A. C. A. (2014). Provenance of metasedimentary rocks of the Western Pernambuco-Alagoas Domain: Contribution to understand the crustal evolution of southern Borborema Province. *Journal of South American Earth Sciences*, 56, 54-67. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.06.011>

Dickson, B. L., Scott, K. M. (1997). Interpretation of aerial gamma-ray surveys – adding the geochemical factors. *AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics*, 17(2), 187-200. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265644072_Interpretation_of_aerial_gamma-ray_surveys_-_adding_the_geochemical_factors. Acessado em: 08 ago. 2023.

Ferreira, V. P., Sial, A. N., McCreath, I. (2005). Preface to the special issue of *Lithos* on isotopes in igneous petrogenesis. *Lithos*, 82(3-4), 7-9. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2005.01.004>

Ferreira, V. P. (1988). *Petrologia e geoquímica de rochas peralcalinas do Cinturão de Dobramentos Cachoeirinha-Salgueiro, Nordeste do Brasil*. Dissertação (Mestrado). Recife: Universidade Federal de Pernambuco.

Garnade de Araújo, C. E., Weinberg, R. F., Cordani, U. G. (2014). 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>

Guimarães, I. P., Van Schmus, W. R., Brito Neves, B. B., Bittar, S. M. B., 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. (1995). *Principles of Terrane Analysis: New Applications for the Global Tectonics* (2nd ed.). London: Chapman & Hall. (Topics in the Earth Sciences, 8, 235).

Kozuch, M. (2003). Isotopic and trace element geochemistry of Early Neoproterozoic gneissic and metavolcanic rocks in the Cariris Velhos Orogen of the Borborema Province, Brazil, and their bearing tectonic setting. Tese (Doutorado). Lawrence: Universidade de Kansas.

- Mariano G., Neves S. P., Silva Filho A. F., Guimarães I. P. (2001). Diorites of the high-K calc-alkalic Association: Geochemistry and Sm-Nd Data and Implications for the evolution of the Borborema Province, Northeast Brazil. *International Geology Review*, 10(10), 921-929. <https://doi.org/10.1080/00206810109465056>
- Medeiros, V. C., Medeiros, W. E., Jardim de Sá, E. F. (2011). Utilização de imagens aerogamaespectrométricas, Landsat ETM+E aeromagnéticas no estudo do arcabouço crustal da porção central do domínio da Zona Transversal, Província Borborema, NE do Brasil. *Revista Brasileira de Geofísica*, 29(10), 83-97. <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2011000100006>
- Melo, I. C. C., Castro, D. L., Oliveira, D. C., Hollanda, M. H. M. (2022). Mesozoic dike swarms in Borborema Province (NE Brazil): A structural analysis based on airborne geophysical data and field work. *Journal of South American Earth Sciences*, 113, 103650. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103650>
- Mints, M. V., Dokukina, K. A., Afonina, T. B. (2021). Deep crustal structure and Palaeoproterozoic evolution of the supercontinent Lauroscandia: 3D model of Trans-Hudson Orogen and new insight based on LITHOPROBE, FIRE and 1-EU reflection seismic and HuBLE tomography imaging. *Tectonophysics*, 820, 229119. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2021.229119>
- Neves, S. P., Tommasi, A., Vauchez, A., Carrino, T. A. (2021). The Borborema Strike-Slip Shear Zone System (NE Brazil): Large-Scale Intracontinental Strain Localization in a Heterogeneous Plate. *Lithosphere*, (Special 6), 6407232. <https://doi.org/10.2113/2021/6407232>
- Neves, S. P., Teixeira, C. M. L., Silva, V., Bruguier, O. (2022). Protracted (>60 Myrs) thermal evolution of a Neoproterozoic metasedimentary sequence from eastern Borborema Province (NE Brazil): Thermal and rheological implications for orogenic development. *Precambrian Research*, 377, 106709. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2022.106709>
- Oliveira, A. L. S., Santos, L. C. M. L., Tedeschi, M., Queiroga, G., Viegas, G., Cawood, P. A. (2023). On the crustal framework of the central Alto Pajeú Terrane (Borborema Province, NE Brazil): Geophysical and structural data constrain late Neoproterozoic

transpression in Western Gondwana. *Tectonophysics*, 854, 229811. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229811>

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

Pereira, L. C. L., Santos, L. C. M. L., Carrino, T. A. (2019). The role of airborne geophysics in the investigation of gold occurrences in the Itapetim Region, Borborema Province, Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 49(3), e20190028. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201920190028>

Rivers, T. (2020). The Grenvillian Orogeny and Rodinia. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12506-0>

Rodrigues, S. W. O., Archanjo, C. J. (2011). Estruturas e histórias deformacionais contrastantes dos granitos sintectônicos de Campina Grande e Serra Redonda, Província Borborema, NE do Brasil. *Geologia USP. Série Científica*, 11(1), 3-17. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2011000100001>

Sales, A. O., Santos, E. J., Lima, E. S., Santos, L. C. M. L., Brito Neves, B. B. (2011). Evolução petrogenética e tectônica do Evento Cariris Velhos na região de Afogados da Ingazeira (PE), Terreno Alto Pageú, Província Borborema. *Geologia USP. Série Científica*, 11, 101-121. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2011000200006>

Santos, E. J. (1995). *O Complexo Granítico Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borobrema*. Tese (Doutorado). São Paulo: Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.44.1995.tde-28102015-094036>

Santos, E. J. (1999). *Belém do São Francisco, Folha SC.24-X-A*, Escala 1:250.000. Estados de Pernambuco, Alagoas e Bahia. Recife: CPRM (Programa Geologia do Brasil). Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21294>. Acessado em: 12 out. 2023.

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*, 29, 73-84. <https://doi.org/10.25249/03757536.1999297384>

- Santos, E. J., Van Schmus, W. R., Kozuch, M., Brito Neves, B. B. (2010). The Cariris Velhos tectonic event in northeast Brazil. *Journal. South America Earth Science*, 29, 61-76. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.07.003>
- Santos, L. C. M. L., Caxito, F. A., Bouyo, M. H., Ouadahi, S., Araïbia, K., Lages, G. A., Santos, G. L., Pitombeira, J. P. A., Cawood, P. A. (2023a). Relics of ophiolite-bearing accretionary wedges in NE Brazil and NW Africa: connecting threads of western Gondwana's ocean during Neoproterozoic times. *Geosystems and Geoenvironment*, 10014. <https://doi.org/10.1016/j.geogeo.2022.100148>
- Santos, L. C. M. L., Dantas, E. L., Cawood, P. A., Lages, G., Lima, H. M., Santos, E. J., Caxito, F. A. (2019). Early to late Neoproterozoic subduction-accretion episodes in the Cariris Velhos Belt of the Borborema Province, Brazil: Insights from isotope and whole-rock geochemical data of supracrustal and granitic rocks. *Journal of South American Earth Sciences*, 96, 102384. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102384>
- Santos, L. C. M. L., Oliveira, R. G., Lages, G. A., Dantas, E. L., Caxito, F., Cawood, P. A., Fuck, R. A., Lima, H. M., Santos, G. L., Araújo Neto, J. F. (2021). Evidence for Neoproterozoic terrane accretion in the central Borborema Province, West Gondwana deduced by isotopic and geophysical data compilation. *International Geology Review*, 64, 1574 -1593. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1944332>
- Santos, L. C. M. L., Oliveira, R. G., Medeiros, W. E., Lages, G. A., Dantas, E. L., Cawood, P. A., Santos, G. L., Araújo Neto, J. F., Lima, H. M., Paixão, M. S. (2023b). Combined Nd isotope systematics and geophysical data constrain the crustal evolution of the disrupted Alto Moxotó Terrane, Borborema Province, Brazil. *Tectonophysics*, 848, 229716. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229716>.
- Santos, L. C. M. L., Santos, E. J., Dantas, E. L., Lima, H. M. (2012). Análise estrutural e metamórfica da região de Sucuru (Paraíba): implicações sobre a evolução do Terreno Alto Moxotó, Província Borborema. *Geologia USP. Série Científica*, 12(3), 5-20. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2012000300001>
- Santos, L. C. M. L., Viegas, L. G. F. (2021). Explorando as relações entre zonas de cisalhamento e granitos: dados de campo e microestruturais em estudos de caso contrastantes da Província Borborema, (NE do Brasil). *Geologia USP. Série Científica*, 21(2), 3-18. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v21-180579>

Santos, T. J. S., Fetter, A. H., Neto, J. A. N. (2008). Comparisons between the Northwestern Borborema Province, NE Brazil, and the Southwestern Pan-African Dahomey Belt, SW Central Africa. *Geological Society, London, Special Publication*, 294, 101-119. <https://doi.org/10.1144/SP294.6>

Sial, A. N., Ferreira, V. P. (2016). Magma associations 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>

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

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

Van Schmus, W. R., Oliveira, E. P., Silva Filho, A. F., Toteu, F., Penaye, J., Guimarães, I. P. (2008). Proterozoic Links between the Borborema Province, NE Brazil, and the Central African Fold Belt. *Geological Society, London, Special Publications*, 294(1), 69-99. <https://doi.org/10.1144/SP294.5>

Vaucher, A., Neves, S., Caby, R., Corsini, M., Egydio-Silva, M., Arthaud, M., Amaro, V. (1995). The Borborema shear zone system, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 8(3-4), 247-266. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(95\)00012-5](https://doi.org/10.1016/0895-9811(95)00012-5)

4. ARTIGO CIENTÍFICO 2: GEOCHEMICAL AND ISOTOPIC EVIDENCE FOR EARLY NEOPROTEROZOIC (CA. 1000 MA) SUBDUCTION-RELATED MAGMATISM IN THE CENTRAL BORBOREMA PROVINCE, BRAZIL

Submitted in: Journal of South American Earth Sciences

Submission date: January 25, 2024

Mariana S. Paixão^{a*}; Lauro Cézar M. Lira Santos^a; Elton L. Dantas^b; Peter A. Cawood^c;

^a*Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil;*

^b*Universidade de Brasília, Brasília, Brazil;* ^c*School of Earth, Atmosphere and Environment, Monash University, Melbourne, Australia*

*corresponding author. e-mail: mariana.paixao@ufpe.br; postal address: Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, 50740-550, Recife – PE, Brazil

Abstract

Early Neoproterozoic (1000-920 Ma) rocks related to the Cariris Velhos event in the central Borborema Province have been linked to either continental rifting or accretionary-collisional orogenesis. The Serra do Jatobá Suite is located in the southwestern part of the Alto Pajeú Terrane along with coeval metasedimentary sequences and Ediacaran granites. This suite is composed of alkali-calcic, meta- to peraluminous granodiorites to monzogranites that share similarities with both ferroan- and magnesian granite series. Chondrite normalized REE (Rare Earth Elements) patterns are moderately fractionated with pronounced negative Eu anomalies. Incompatible element spidergrams show a negative Nb-Ta anomaly, similar to those observed in Cordilleran-type granites. U-Pb zircon data constrain the crystallization ages at around 1000 Ma, whereas calculated $\epsilon\text{Nd}(t)$ values range between -1.74 and -0.94. Obtained T_{DM} model ages range from 1.76 to 1.54 Ga, which corresponds with source ages for the Cariris Velhos magmatic rocks. Our findings suggest that subduction took place in the early Neoproterozoic in the Borborema Province, pointing to an accretionary nature for the Cariris Velhos event.

Keywords: Cariris Velhos event; Accretionary orogeny; Borborema Province; Western Gondwana.

4.1. Introduction

Orogenic belts are the primary markers of convergent plate boundaries, consisting of a complex array of strongly deformed oceanic and/or continental rock packages. They are classified into accretionary, collisional, and intracratonic types (*e.g.*, Cawood et al., 2009, 2022). Prominent examples of orogenic belts are found in the circum-Pacific region, resulting from subduction processes involving multiple lithospheric margins spanning approximately 40,000 km of extension (Cawood and Buchan, 2007; Collins et al., 2011).

Precambrian accretionary orogenic belts are considered major sites of lithospheric growth, mainly due to the substantial addition of juvenile material at convergent continental margins commonly followed by crust reworking (Hawkesworth et al., 2010; Cawood et al., 2016). However, the modification of the stratigraphic record of such belts may be induced by systematic deformation, metamorphism, and magmatism. In such cases, the reconstruction of the orogenic history is challenging, and the integration of geochemical and isotopic datasets plays crucial role on their investigation.

As in several crustal segments of western Gondwana, the early Neoproterozoic lithospheric record of the central Borborema Province (NE Brazil) is contentious, primarily due to the strong deformation imprinted by the late Neoproterozoic Brasiliano Orogeny (*ca.*, 650-500 Ma; Brito Neves et al., 2014 and references therein), resulting in contrasting geodynamic models (*e.g.*, Neves et al., 2021; Santos et al., 2021a). Geochemical and isotopic datasets on mafic and granitic rocks suggest that an accretionary to collisional episode took place in the region between 1000-920 Ma, marking the onset of the Cariris Velhos orogeny (Kozuch, 2003; Santos et al., 2010, 2024; Lages and Dantas, 2016). On the other hand, Guimarães et al. (2016) and Neves et al. (2021) have proposed that lithospheric stretching in the Cariris Velhos rift led to the injection of A-type magmas, challenging the subduction-collisional model.

Cariris Velhos rocks crop out in a narrow and elongated sigmoidal belt in the central portion of the Borborema Province, designated the Alto Pajeú Terrane (Brito Neves et al., 1995; Kozuch, 2003; Van Schmus et al., 2011; Santos et al., 2010; Santos et

al., 2019; Oliveira et al., 2023). In addition, some coeval units have also been mapped in other portions of the Borborema Province such as in the Sergipano and Riacho do Pontal fold belts to the south (*e.g.*, Oliveira et al., 2010; Caxito et al., 2014).

The age of the Cariris Velhos igneous rocks corresponds to the later stages of Rodinia assembly) and precedes its proposed breakup at around 0.75 Ga (Li et al., 2008). This has led some authors to suggest that the Alto Pajeú Terrane might represent a Rodinia descendant hidden in the late Neoproterozoic Borborema Province (*e.g.*, Fuck et al., 2008). In addition, the study of rocks related to the Cariris Velhos event may provide important clues to untangle the Meso-Neoproterozoic record of NE Brazil and its African counterpart (Santos et al., 2024 and references therein), which represents a chronological gap in this portion of western Gondwana.

In this paper, we present the results of the first systematic petrographic, lithogeochemical, geochronological (U-Pb in zircon), and isotopic (Sm-Nd) study of the Serra do Jatobá Suite, which has been mapped as part of the Cariris Velhos metaplutonic association. The suite lies in the southern portion of the Alto Pajeú Terrane, and its geochemical-isotopic characteristics will help constrain the nature of the Cariris Velhos continental crust. Our aim is to investigate the petrogenesis of this suite and compare these rocks with their equivalents, contributing to the understanding of the early Neoproterozoic crustal record of NE Brazil.

4.2. Geological setting

The Borborema Province occupies an area of approximately 450,000 km² at the northeastern border of the South American Platform (Almeida et al., 1981). It is the result of convergent episodes of the Brasiliano-Pan African Orogeny (*ca.* 0.6 – 0.5 Ga; Brito Neves et al., 2000). Prior to Gondwana breakup, the province extended into coeval African orogens in Benin, Nigeria, Togo, and Cameroon, while also maintaining continuity along other Neoproterozoic South American belts (Fig. 4.1a; Arthaud et al., 2008; Caxito et al., 2020a; Santos et al., 2023a; Van Schmus et al., 2008).

The geological framework of the Borborema Province encompasses Paleoproterozoic granitic-gneissic basement inliers/terrane (*ca.* 2.2 – 2.0 Ga; Neves et al., 2015; Brito Neves et al., 2021; Santos et al., 2021, 2022) that contain metamafic-ultramafic sequences (Caxito et al., 2015; Santos et al., 2015, 2021b; Ferreira et al., 2016).

These blocks often surround minor TTG-dominated Archean (*ca.* 3.5–2.6 Ga) nuclei (*e.g.*, Dantas et al., 2013; Ganade et al., 2017; Santos et al., 2017a; Lima et al., 2019; Ferreira et al., 2020). Early Neoproterozoic metaplutonic and metavolcanosedimentary assemblages (*ca.* 1.0 – 0.8 Ga; Santos et al., 2010; Guimarães et al., 2012, 2016; Santos et al., 2019; Caxito et al., 2020b) are documented in the central and southern Borborema Province, whereas widespread late Neoproterozoic metasedimentary sequences usually overlie the dominant Paleoproterozoic basement (Caxito et al., 2021; Van Schmus et al., 2003; Lima et al., 2018; Passos et al., 2023). In addition, extensive Cryogenian-Ediacaran to Cambrian granitic batholiths, and stocks are documented in almost all domains of the Borborema Province, interpreted as the major markers of the Brasiliano Orogeny (Brito Neves et al., 2016; Sial and Ferreira, 2016).

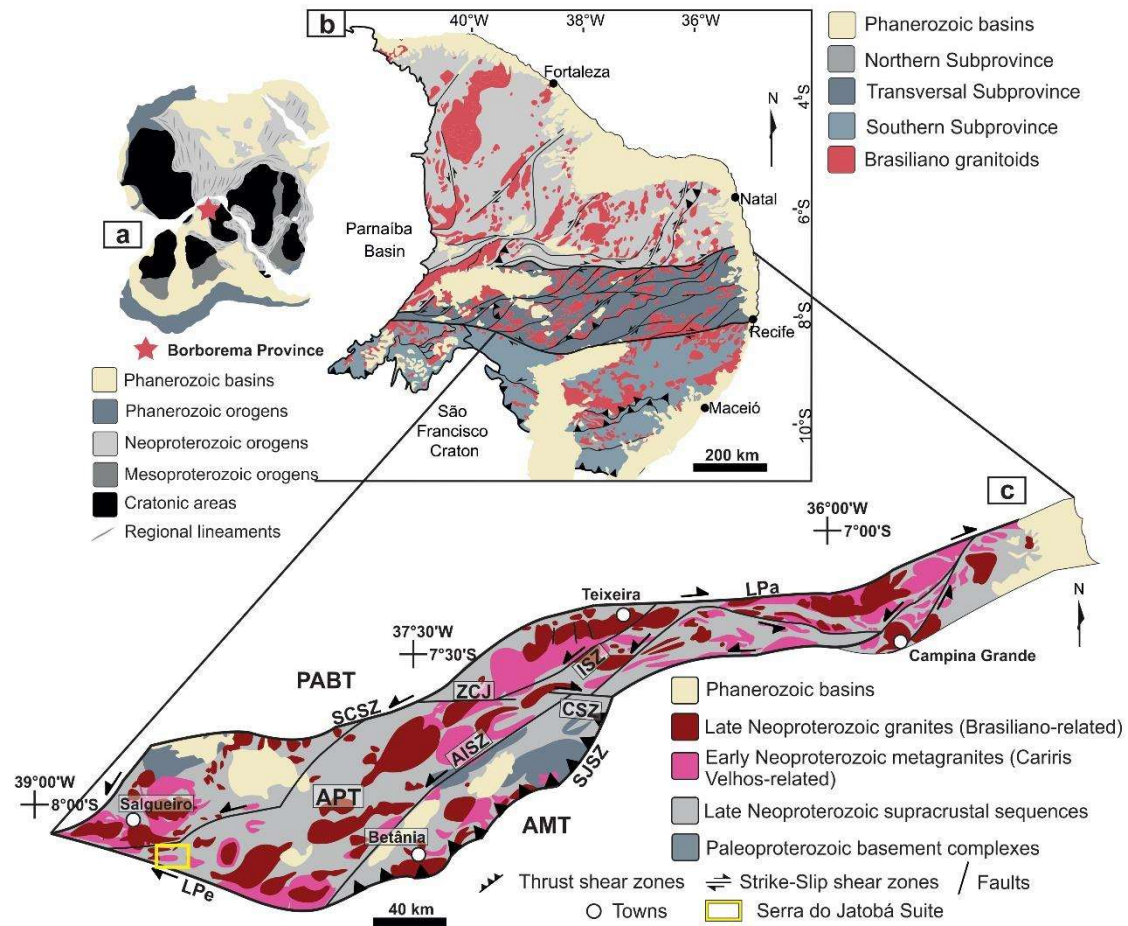
A striking feature of the Borborema Province is the extensive network of several kilometers-wide strike-slip shear zones, which are interconnected with continental-scale structures in West Africa, including Patos and Pernambuco (Vauchez et al., 1995; Neves et al., 2021). The shear zones divide the province into Northern, Transversal, and Southern sub-provinces (Fig. 4.1b; Van Schmus et al., 1995; 2011). The Transversal subprovince is bounded by the Patos and Pernambuco shear zones and is interpreted as a complex mosaic of NE-SW disposed continental blocks. Some authors have suggested that these are part of a series of tectono-stratigraphic terranes termed the São Pedro, Piancó-Alto Brígida, Alto Pajeú, Alto Moxotó, and Rio Capibaribe (Santos and Medeiros, 1999; Van Schmus et al., 2011; Santos et al., 2021a; Lira Santos et al., 2023), but Neves (2015, 2021) suggested that are part of a single block.

The crustal evolution of the Alto Pajeú Terrane (Fig. 4.1c) is marked by a dominant set of early Neoproterozoic metaplutonic, metavolcanic, and metasedimentary rocks (Kozuch, 2003; Santos et al., 2010). In contrast to neighboring terranes, the Alto Pajeú lacks a large Paleoproterozoic crust, although discontinuous 2.2–2.1 Ga basement occurs locally (Santos et al., 2010; Van Schmus et al., 2011). The dominant pelitic metasedimentary, metavolcanic and metavolcaniclastic sequences have received local names (Santos, 1995; Sales et al., 2011) and present maximum deposition ages ranging between 0.98 and 0.81 Ga (Guimarães et al., 2012; Santos et al., 2019). In addition, Ediacaran granitic rocks, like other segments of the Transversal Subprovince, are widespread, commonly cropping out alongside numerous Cariris Velhos intrusions (Kozuch, 2003; Santos et al., 2010, 2017b; Van Schmus et al., 2011).

Documented early Neoproterozoic granitic rocks in the Alto Pajeú Terrane were emplaced between 0.96 Ga and 0.92 Ga, and commonly display variable geochemical characteristics, being meta- to peraluminous, calc-alkaline to high-K calc-alkaline and associated to anorogenic and orogenic settings (Kozuch, 2003; Santos et al., 2010, Guimarães et al., 2012; Santos et al., 2024). In addition, high-grade metamafic-ultramafic sequences dated at ca. 1.0 Ga have been interpreted as remnants of arc-cumulates that formed in a supra-subduction zone (Lages and Dantas, 2016).

Figure 4.1. a) Paleogeographic context of the Borborema Province in pre-drift reconstruction for West Africa and northeastern South America, b) tectonic framework of the Borborema Province (after Van Schmus et al., 2011), and c) Simplified geological map of the Alto Pajeú Terrane. AMT – Alto Moxotó Terrane; PABT – Piancó Alto-

Brígida Terrane; LPa – Patos Lineament; LPe – Pernambuco Lineament; Shear zones: SCSZ – Serra do Caboclo; SJSZ – Serra de Jabitacá; AISZ – Afogados da Ingazeira; CSZ – Coxixola; ISZ – Itapetim.



4.3. Analytical methods

Eighteen representative fresh samples from the Serra do Jatobá Suite of the Cariris Velhos intrusions were carefully selected for whole-rock geochemical analyses and the results are presented in Table 1. They were analyzed at the GEOSOL laboratory in Brazil, following internal protocols. Major and trace elements were analyzed via inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES) with detection limit of 0.01 %. Trace elements were analyzed via inductively coupled plasma mass spectroscopy (ICP-MS) with detection limit between 0.01 and 0.5 ppm after fusion using Li meta- and tetraborate as well as digestion with nitric acid. The difference in sample weight before and after heating at 1000 °C for 1 h was used to determine the percentage of loss on

ignition. The presented geochemical diagrams were generated by Icpet 6, GCDKIT and Petrograph software as well as in-house developed Excel spreadsheets.

In addition, four samples were selected for Sm-Nd measurements conducted at the Geochronology Lab of the *Universidade de Brasília*, Brazil and the results are presented in Table 2. For these analyses, the method described in Gioia and Pimentel (2000) was followed. Whole rock powders (~ 50 mg) were mixed with a ^{149}Sm - ^{150}Nd spike solution and dissolved in Savillex capsules. The extraction of Sm and Nd from whole rock samples followed conventional cation exchange techniques using Teflon columns containing LN-Spec resin (HDEHP – diethylhexyl phosphoric acid supported on PTFE powder). The Sm and Nd samples were loaded on Re evaporation double-filament assemblies and the isotopic measurements were performed using a Triton Plus Thermoscientific multicollector mass spectrometer in the static mode. The uncertainties in the $^{147}\text{Sm}/^{143}\text{Nd}$ and $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios were better than $\pm 0.2\%$ (2σ) and $\pm 0.0064\%$ (1σ), respectively, based on repeated analyses using the BHVO-2 international rock standard. The $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios were normalized to a $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratio of 0.7219 and a decay constant of $6.54 \times 10^{-12} \text{ y}^{-1}$ was used (Lugmair and Marti, 1978), whereas the T_{DM} model ages were calculated using the DePaolo (1981) model.

U-Pb in zircon analyses from two fresh and representative samples were also conducted at the Geochronology Laboratory of *Universidade de Brasília*. The obtained results are presented in Tables 3 and 4. The first steps included standard sample crushing and sieving, followed by heavy mineral separation through gravimetric and magnetic methods. The remaining zircon grains were handpicked using a binocular microscope and mounted in epoxy resin for Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) isotope ratio acquisition.

A Thermo Finnigan Neptune Multi Collector ICPMS equipped with a secondary electron multiplier-ion counter was used for U-Pb data acquisition. Only coherent interval analyses were chosen to avoid signal mixed ages. Normalization was performed with the GJ-1 primary standard zircon ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age = 608.3 Ma, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ age = 600.7 Ma and $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ age = 602.2 Ma; Jackson et al., 2004), whereas the 91500 zircon standard (ID-TIMS 1065.4 ± 0.3 Ma; Wiedenbeck et al., 2004) was analyzed as a secondary reference material and the obtained ages are 1042 ± 27 Ma ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age), 1055 ± 14 Ma ($^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ age) and 1064 ± 10 Ma ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ age). Data reduction followed Böhn et

al. (2009) and Matteini et al. (2010) and the obtained ages were calculated using Isoplot version 4.1 (Ludwig, 2012), avoiding spots with high common Pb concentrations.

4.4. Results

4.4.1. Field relationships

The Serra do Jatobá Suite comprises a set of deformed granitoids that crop out in the southern Alto Pajeú Terrane and form several stocks ranging between 15 and 25 km in length. They occur in low-angle variably deformed sheets that are commonly associated with the local thrust shear zones (Paixão et al., 2023). These rocks are interleaved with metasedimentary rocks (mostly muscovite-biotite-garnet schists) of the São Caetano Complex and are in tectonic contact with Ediacaran granitoids related to the Brasiliano Orogeny.

At map scale, rocks of the suite are generally folded but may form NW-SE and NE-SW elongated bodies (Fig. 4.2) in conformity with the dominant foliation trend. The influence of strike-slip tectonics resulted in variable degrees of ductile deformation along and within the granitic bodies. For instance, in their core regions, evidence preserved of equi- to inequigranular and even porphyritic textures is often present, whilst towards the rims of the stocks, these rocks tend to form orthogneisses. Mylonitic rocks are present but not common.

Based on mesoscopic analysis, rocks from the Serra do Jatobá Suite can be divided into two groups: i) those with poor evidence of ductile deformation (Fig. 4.3a-b), forming mostly medium- to fine-grained (meta) meso- to leuco- to mesocratic granitoids, including the development of 1 cm-long potassium feldspar and quartz phenocrysts (Fig. 4.3c); and, ii) rocks that show progressive deformational markers recorded by well-developed thick (< 2 cm) metamafic layers composed of hornblende-biotite interleaved with felsic bands dominated by a medium to strongly recrystallized quartz-feldspar groundmass (Fig. 4.3d). *Augen* structures are also abundant, marked by well-developed lenticular-eye-shaped K-feldspar crystals (~ 1 cm; Fig. 4.3e). In some cases, these crystals form σ and δ -type porphyroclasts in the most deformed lithotypes, suggesting sinistral kinematics, which is the main record of the transcurrent shear zones mapped in the region (Fig. 4.3f).

Figure 4.2. Simplified geologic map of the Serra do Jatobá Suite. Shear zones: MSZ – Margarida and JSZ – Jatobá.

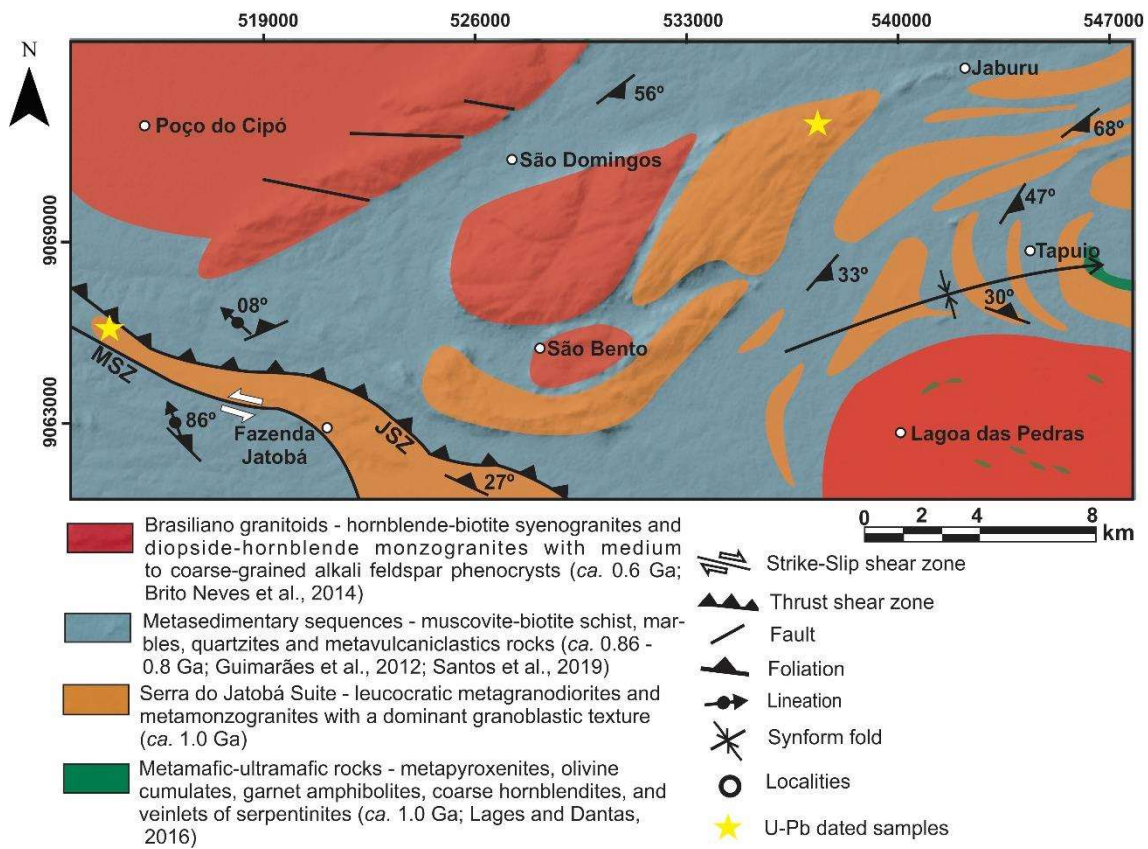
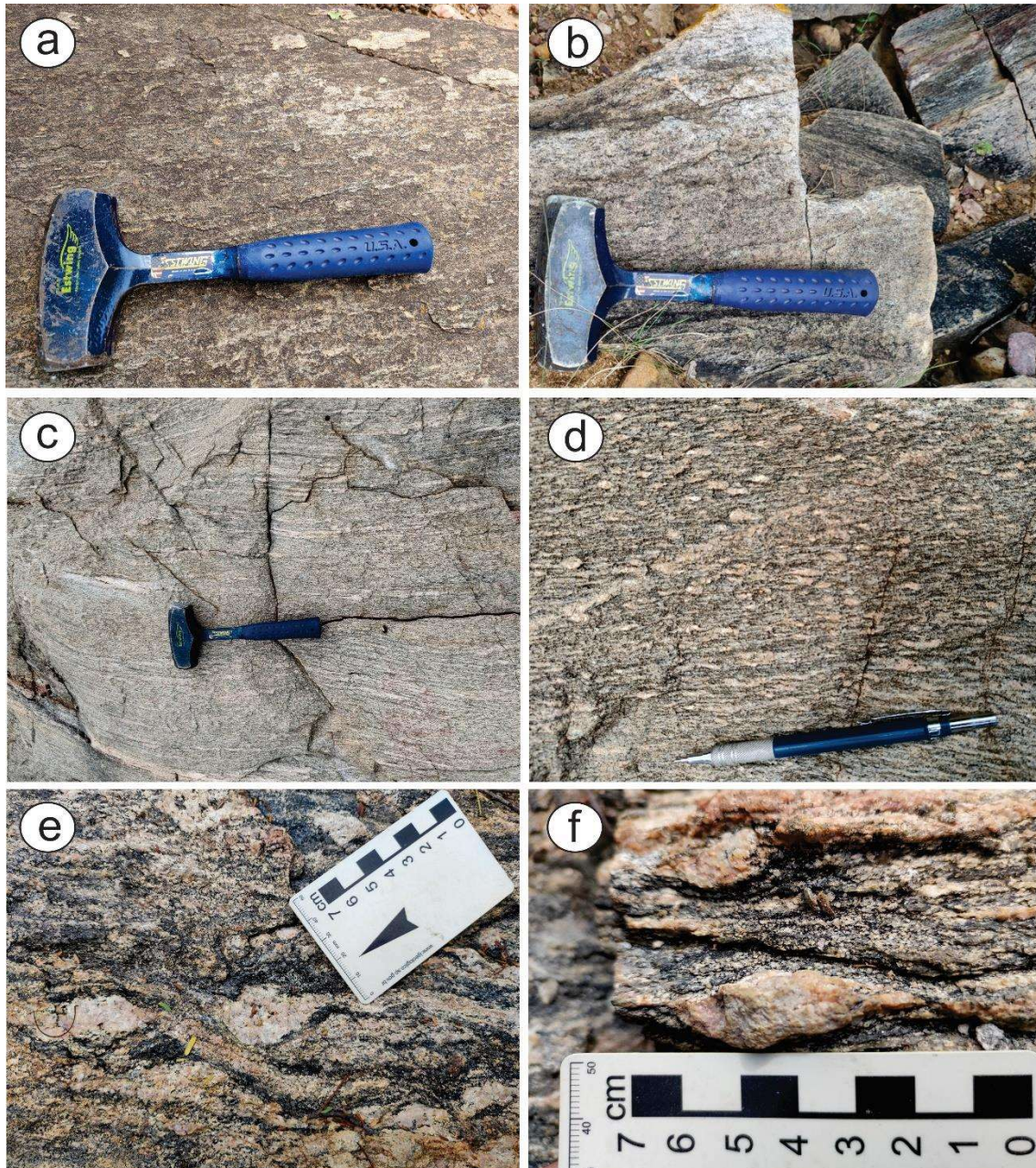


Figure 4.3. a) Serra do Jatobá Suite slightly deformed granodiorite; b) leucocratic metagranodiorite; c) gneissic granodiorite with well-developed fine-grained compositional banding; d) highly deformed metamonzogranite exhibiting evidence of

protomylonitic structure; e) foliated metagranite exhibiting slightly to strongly deformed K-feldspar porphyroclasts; f) augen structure showing highly stretched K-feldspar porphyroclasts.



4.4.2. Petrography

Group 1 rocks comprise metagranitoids with granodioritic composition, which align with the calc-alkaline petrographic trend (Fig. 4.4). Despite samples that show

common igneous fabric, including a prevalent equigranular hypidiomorphic texture, some samples show progressive growth of a granoblastic polygonal structure, in addition to minor portions in which nematoblastic and lepidoblastic textures are present. The mineralogical composition of rocks from this group is variable, but primary to recrystallized plagioclase (25-30 %), quartz (25-30 %), and K-feldspar (microcline and orthoclase, 15-20 %), are the main constituents (Fig. 4.5a). Mafic phases include bent flakes of mica (biotite-muscovite, 15-20 %; Fig. 4.5b) and hornblende (10-15 %), generally aligned along the metamorphic rock foliation. Minor concentrations of zircon, titanite and allanite make up less than 1 % of the rock modal composition. Epidote group minerals are the dominant secondary phases, including allanite cores with epidote rims as a common observed transformation. In addition, sericite is commonly found and interpreted as the result of orthoclase alteration, whereas chlorite pseudomorphs, derived from primary biotite alteration, are present but not common. Notable single grain textures include variable exsolution intergrowths in K-feldspar, including vein-type perthite (Fig. 4.5c), as well as widespread myrmekite exhibiting rims with well-preserved thin folded quartz vermicules within the host plagioclase crystals (Fig. 4.5d).

Quartz occurs as euhedral to subhedral crystals in the less deformed samples, also exhibiting idioblastic to subidioblastic textures with undulose extinction in the most deformed lithotypes. Plagioclase is found as euhedral to subhedral crystals, exhibiting well-preserved polysynthetic twinning, commonly sericitized, particularly at the crystal cores or along the twinning planes. K-feldspar occurs commonly as euhedral orthoclase or microcline megacrysts showing well to poorly preserved Carlsbad and cross-hatched twinning and reach up to 3 cm long, immersed in the fine- to medium-grained rock matrix. Muscovite commonly forms medium-grained and variable folded lamellae, that along with highly pleochroic light to dark brown biotite, form sharp edges along primary and secondary foliation planes. Light to dark green hornblende is euhedral to anhedral exhibiting plagioclase and biotite inclusions. In addition, tiny prismatic zircon crystals and anhedral epidote occur as small inclusions within biotite, muscovite, and plagioclase.

Group 2 rocks exhibit more deformation markers as compared to those in group 1. These samples encompass protoliths ranging from monzogranitic to granitic compositions, which agrees with the calc-alkaline petrographic series (Fig. 4.4). Their mineralogy is mostly composed of quartz (35–40 %), orthoclase/microcline (25-30 %), and plagioclase (20–25 %). Biotite, muscovite, and hornblende (10-15 %) represent the

main mafic phases. Minor concentrations of zircon, titanite, apatite, and epidote comprise less than 1-3 % of the group 2 rock composition. Most samples of this group show granoblastic mosaic texture marked by the intercalation of quartz and feldspar crystals with highly oriented phyllosilicate aggregates (Fig. 4.5e). The main foliation is defined by flattening of feldspar, quartz-feldspar clusters, and preferred orientation of micaceous phases and hornblende. Locally, samples from this group exhibit dominant quartz-feldspathic domains representing granoblastic heterogranular fabrics in association with well-developed patchy perthite K-feldspar.

Quartz forms euhedral to subhedral crystals that can be slightly elongated and parallel to the rock foliation (Fig. 4.5f). Orthoclase is present as subhedral megacrysts, exhibiting Carlsbad and cross-hatched twinning. Plagioclase is composed of fine- to medium-grained subhedral crystals, with compositional zoning and usually presenting polysynthetic twinning. These crystals demonstrate a subtle shape-preferred alignment and are commonly altered to sericite, mainly in their cores. Biotite is characterized by fine-grained subhedral crystals, with sharp edges and preferred orientation and may contain few inclusions of tiny zircon and allanite prisms. Muscovite crystals occur in fine- to medium-grained subhedral to anhedral morphologies. Hornblende forms euhedral to anhedral crystals. Apatite is present, but not common, being found as tiny prismatic subhedral crystals, as well as inclusions in plagioclase and quartz.

Figure 4.4. Modal composition of studied samples from the Serra do Jatobá Suite plotted on the Q-A-P triangular diagram from Streckeisen (1976).

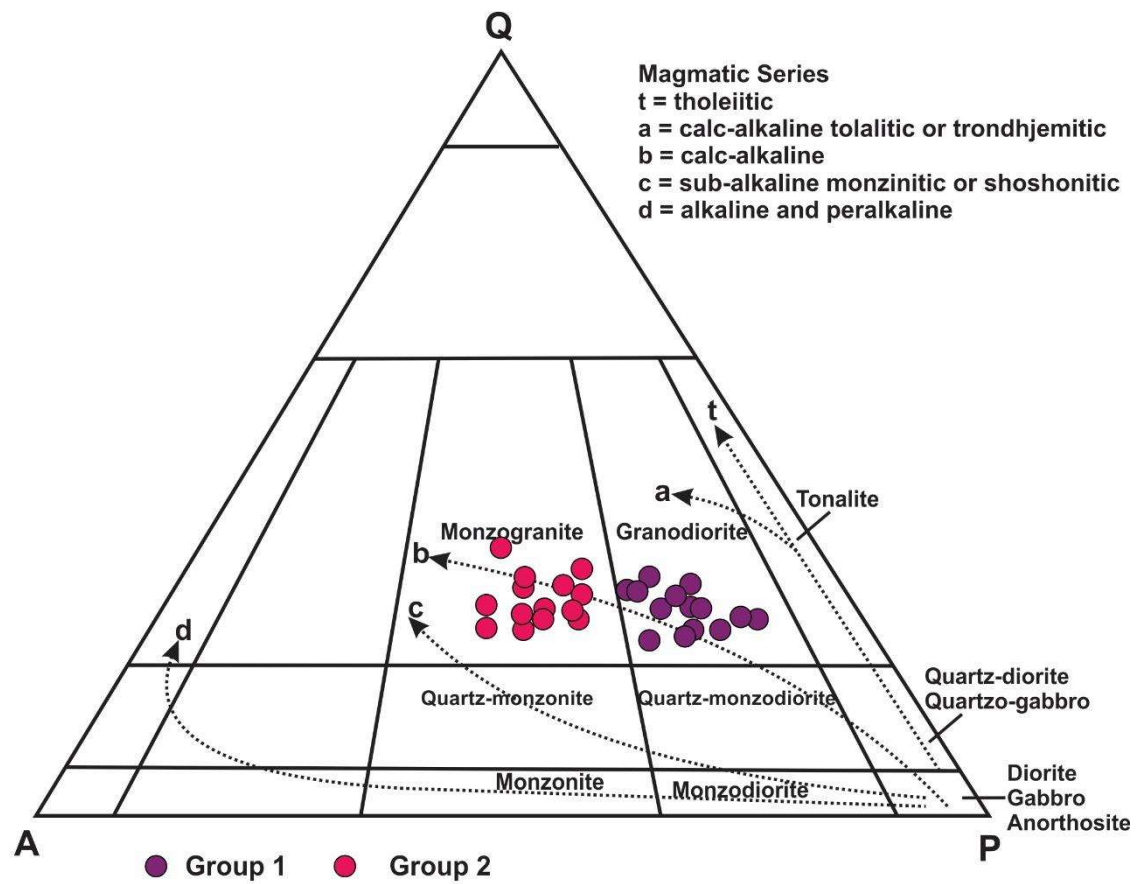
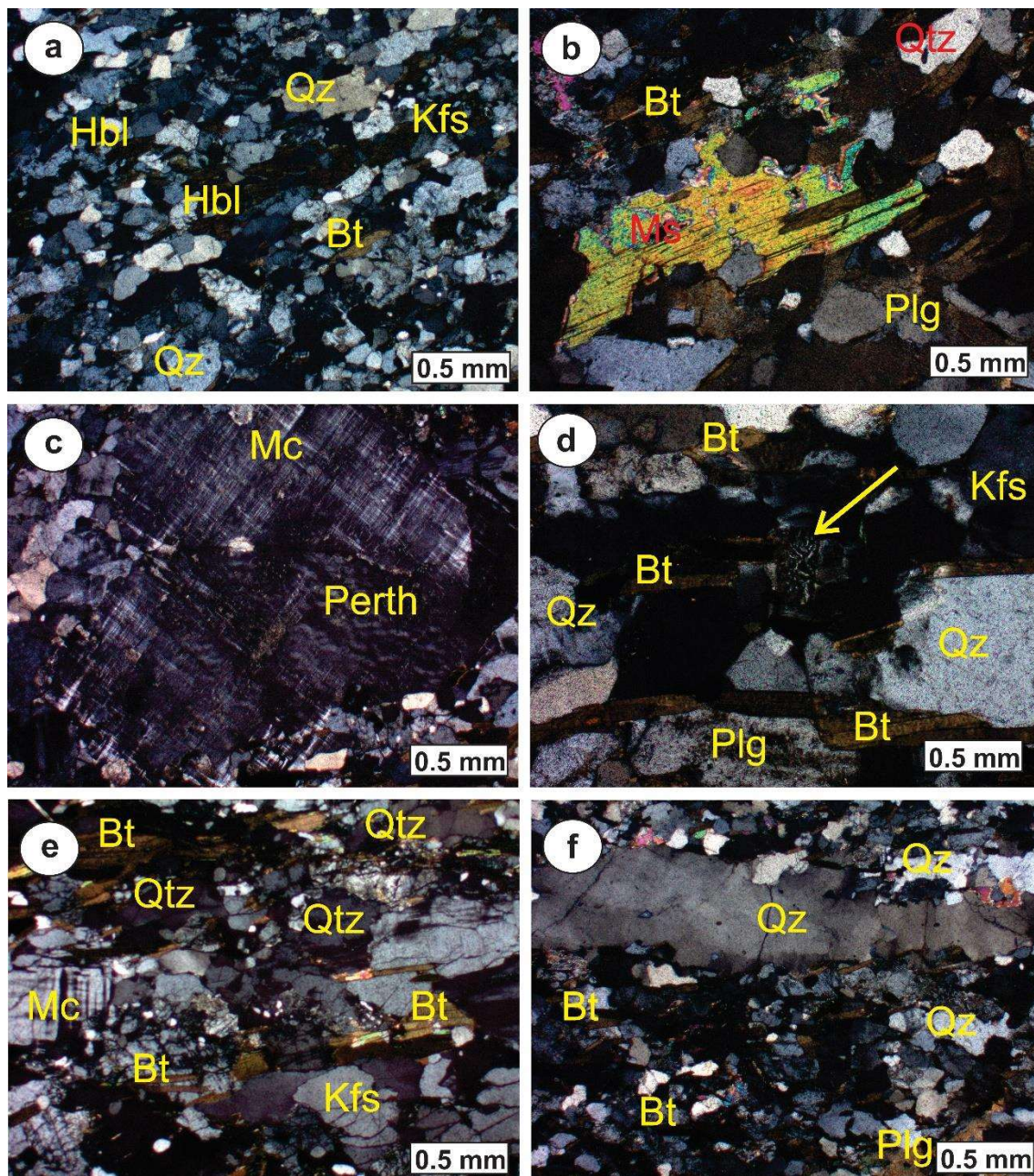


Figure 4.5. Photomicrographs of the studied rocks. a) Hypidioblastic granular texture in metagranodiorite from the Serra do Jatobá Suite; b) saussuritization process in plagioclase; c) microcline porphyroblast with preserved perthitic igneous texture; d) metagranitoid composed of quartz, biotite, alkali feldspar and intergrowths of the myrmekite type; e) Granoblastic texture exhibiting deformed quartz grains in metamonzogranite; f) metamonzogranite exhibiting deformed quartz grain.



4.4.3. Whole-rock geochemistry

Nineteen samples of metagranitoids of the Serra do Jatobá Suite were analyzed for major and trace elements and the results are present in Table 4.1. They were divided into two groups according to their field-relations and mineralogical compositions. On the chemical classification diagram of Debon and Le Fort (1983), compositional variations are observed in the two groups, but most samples correspond to granites (Fig. 4.6a), which is in accordance with the petrographic description. In terms of major element distribution, group 1 samples are characterized by narrow ranges in most the common oxides, containing 67.55 – 69.15 wt% SiO₂, 14.02 – 14.88 wt% Al₂O₃, 5.0 – 5.33 wt% K₂O, 2.18 – 2.55 wt% CaO, 3.08 – 3.30 wt% Na₂O, and 0.75 – 1.17 wt% MgO, while group 2 shows 69.25 – 70.55 wt% SiO₂, 14.01 – 14.59 wt% Al₂O₃, 4.88 – 5.11 wt% K₂O, 1.25 – 1.95 wt% CaO, 2.49 – 2.89 wt% Na₂O, and 1.04 – 1.37 wt% MgO. Most of the samples from the two groups have protoliths that share similarities with magmatic rocks from the magnesian series, although a few samples plot within the ferroan field, which are typical of Cordilleran granites (Fig. 4.6b), as well as alkali-calcic magmas (Fig. 4.6c), as shown by plots on the diagrams of Frost et al. (2001). In addition, variations can also be observed in the plot of the A/CNK (Al₂O₃/(Na₂O + K₂O)) vs. Al₂O₃/(CaO + Na₂O + K₂O) molar diagram of Maniar and Piccoli (1989). In this plot, group 1 can be categorized as metaluminous and I-type granites, while Group 2 samples can be classified as meta- to slightly peraluminous I- to S-type rocks (Fig. 4.6d).

In the chondrite-normalized spider diagrams, trace-element distribution is quite similar for the two groups. Samples display overall LILE (Large Ion Lithophile Elements)-enriched patterns, with negative Nb e Ta, Sr, and Ti and positive Rb and Th anomalies (Fig. 4.7a, b). Ba is especially abundant in both groups, with concentrations between 833 and 960 ppm (average = 875 ppm). All samples exhibit a relatively variable distribution Chondrite normalized rare earth element (REE) distribution diagrams. Group 1 is characterized by moderate enrichment of LREE (light rare earth elements; Fig 4.7c) (La_N/Yb_N 8.05 – 24.64) and a steep HREE (heavy rare earth elements) segment (Gd_N/Yb_N 2.22 – 4.93). Sample MP28 stands out with a highly fractionated La_N/Yb_N ratio of 24.64 and Gd_N/Yb_N of 4.93. Group 2 shows a slight enrichment of LREE compared to HREE (Fig. 4.7d; La_N/Yb_N 5.03 - 6.33) and relatively flat HREE (Gd_N/Yb_N 1.15 - 1.48). Regardless of the group, most samples display a pronounced negative Eu anomaly (Eu/Eu* 0.46 - 0.69). Furthermore, the dominant distinction between them is the slope of

the Tb-Y-Yb segment, which is steeper in Group 1 (Tb_N/Yb_N 1.59 – 4.31) compared to samples from Group 2 (Tb_N/Yb_N 0.99 – 1.15).

On Gorton and Shand's (2000) tectonic discrimination diagram, which is based on the concentrations and ratios between Th, Ta and Yb, all samples are compatible with granitic magmas crystallized on active continental margins, as evidenced by plots on the Ta vs. diagram (Fig. 4.8a). Samples of group 1 share chemical similarities with magmas generated on active continental margins as testified by plots on the Yb vs. Th/Ta and Ta/Yb vs. Th/Yb diagrams, group 2 samples are akin to magmas generated on intra-oceanic magmatic arcs (Fig 4.8b-c). In the Rb/30 vs. Hf vs. Ta*30 diagram proposed by Harris et al. (1986), samples from both groups mostly plot within the volcanic arc field (Fig. 4.8d). In the Yb vs. Ta diagram of Pearce et al (1984), most samples are classified as volcanic arc-related granites, while only samples MP31 and MP35 from group 1 were classified as intraplate and syn-collisional-related magmas, respectively (Fig. 4.8e). Lastly, in the multi-cationic function diagram by De la Roche et al. (1980), which includes tectonic discrimination fields introduced by Batchelor and Bowden (1985), most samples plot within the syn-collisional field, while the late-orogenic field includes only the sample MP29 from Group 1 (Fig. 4.8f). In addition, in the magma source diagrams, for experimental granitic melts as compiled by Chen et al. (2013), the samples exhibit compositions like melts generated by partial melting of medium- to high-K basaltic rocks (Fig. 4.9a, b).

Figure 4.6. Overall geochemical characteristics of major elements of the Serra do Jatobá granitic rocks. (a) Chemical-mineralogical classification diagram (Debon and Le Fort 1983); (b) SiO_2 vs. $\text{FeO}t/(\text{FeO}t/\text{MgO})$ diagram (Frost et al., 2001); (c) SiO_2 vs. $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$ diagram (Frost et al., 2001); (d) $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ molar vs. $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ molar diagram (modified by Maniar and Piccoli, 1989) and with the boundaries between I- and S-type granites from Chappell and White, 1992).

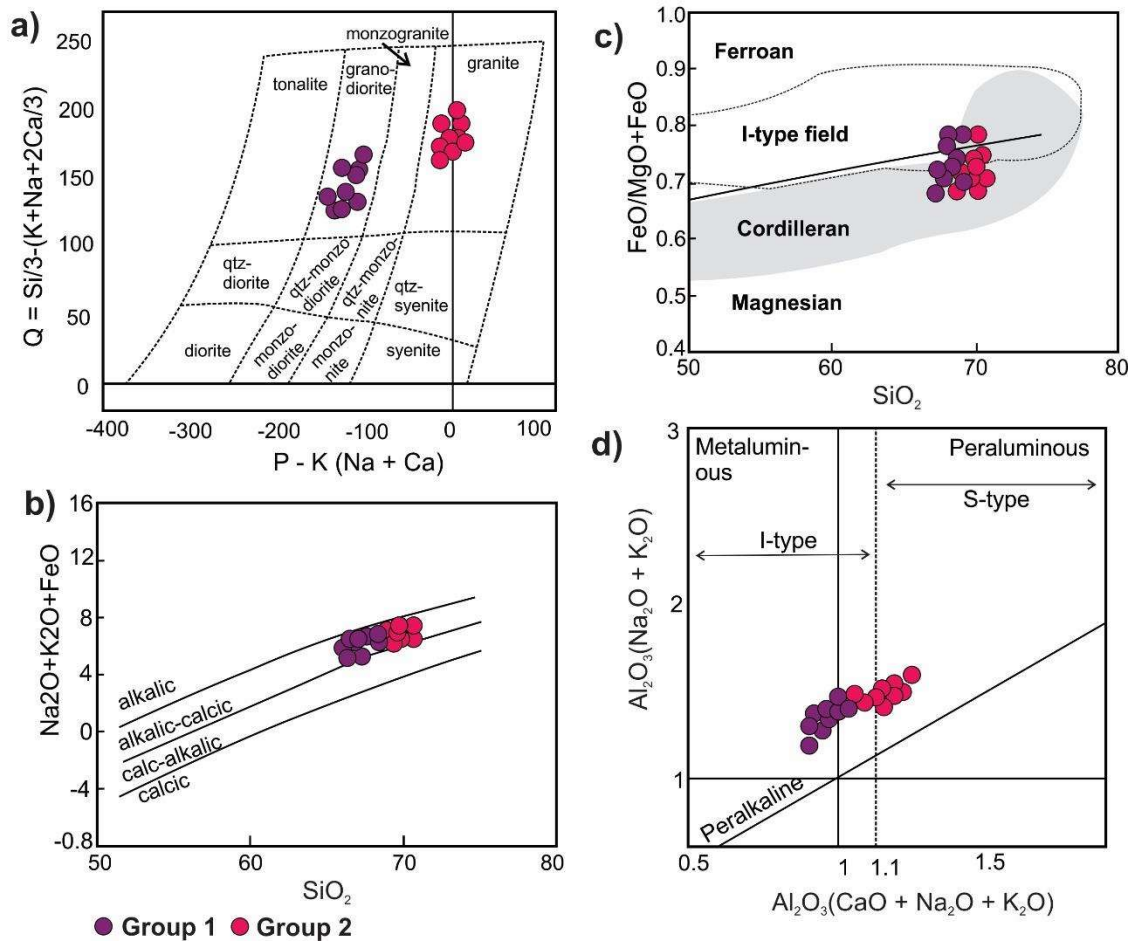


Figure 4.7. a) to b) Chondrite-normalized (Sun et al., 1982) spider diagrams for the Serra do Jatobá granitoids; c) to d) Chondrite-normalized (Nakamura, 1974) REE patterns for the Serra do Jatobá rocks.

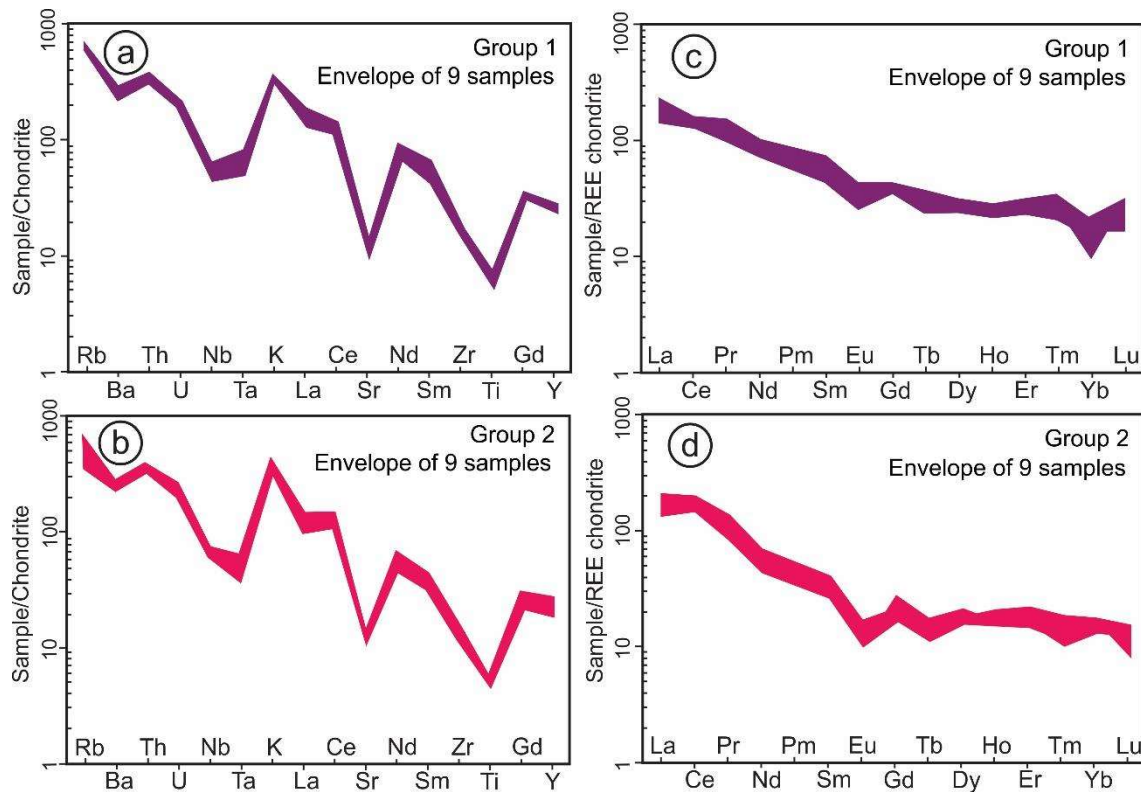


Figure 4.8. Tectonic discriminant diagrams for the Serra do Jatobá rocks. (a) Th vs. Ta diagram of Schandl and Gorton (2002); (b) Th/Ta vs. Yb and (c) Th/Tb vs. Ta/Yb diagrams of Gorton and Schandl (2000); (d) Hf vs. Rb/30 vs. Ta*3 ternary diagram of Harris et al. (1986); (e) Yb vs. Ta diagram of Pearce et al. (1984); (f) multi-cationic function diagram of De la Roche et al. (1980) with tectonic discrimination fields introduced by Batchelor and Bowden (1985). Fields indicate active continental margins (ACM); within-plate volcanic zones (WPVZ), within-plate basalts (WPB), MORB (mid-ocean ridge

basalts), volcanic arc (VA), within plate (WP), syn-collisional granites (syn-COLG), within-plate granites (WPG), volcanic arc-related granites (VAG) and ocean ridge granites (ORG).

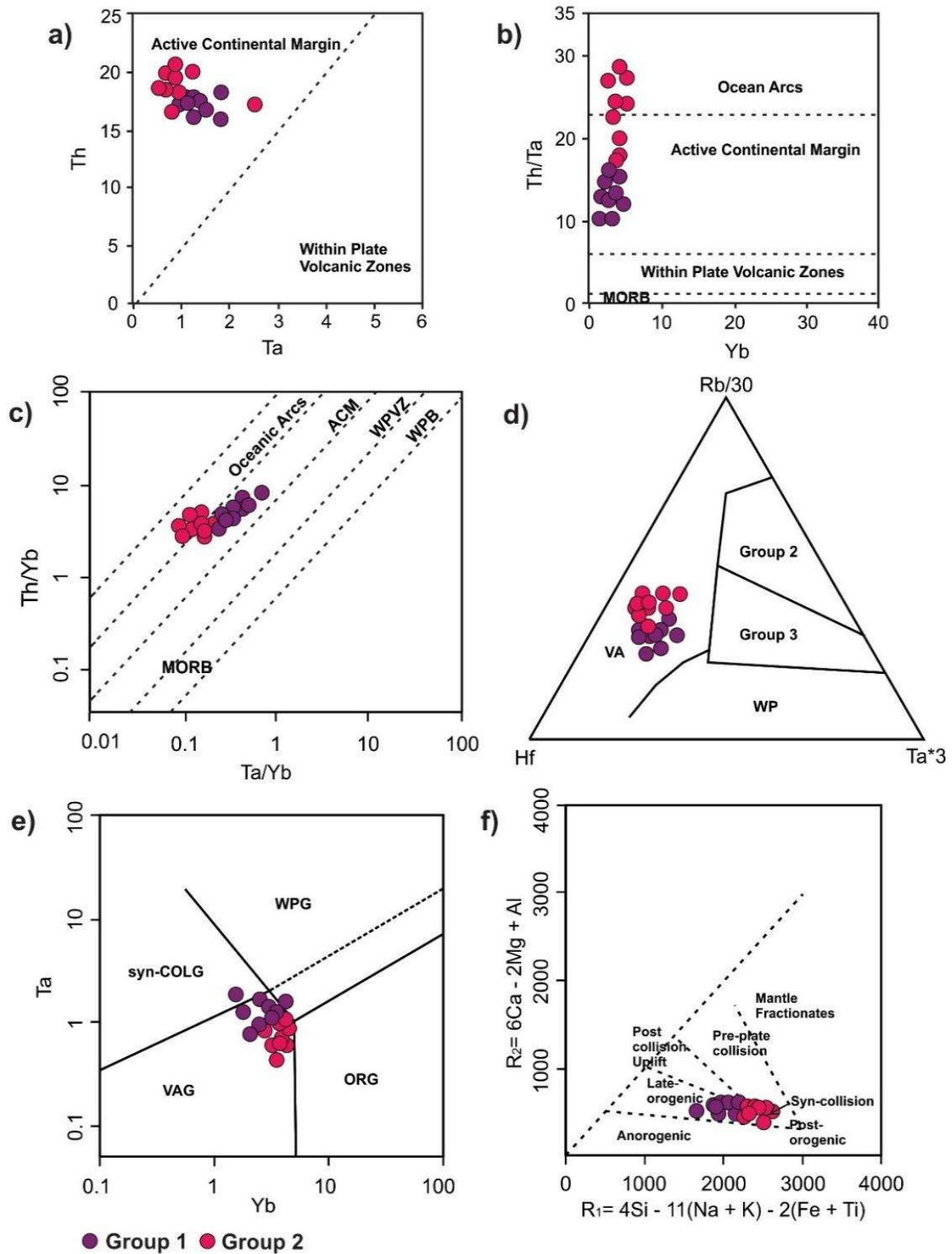
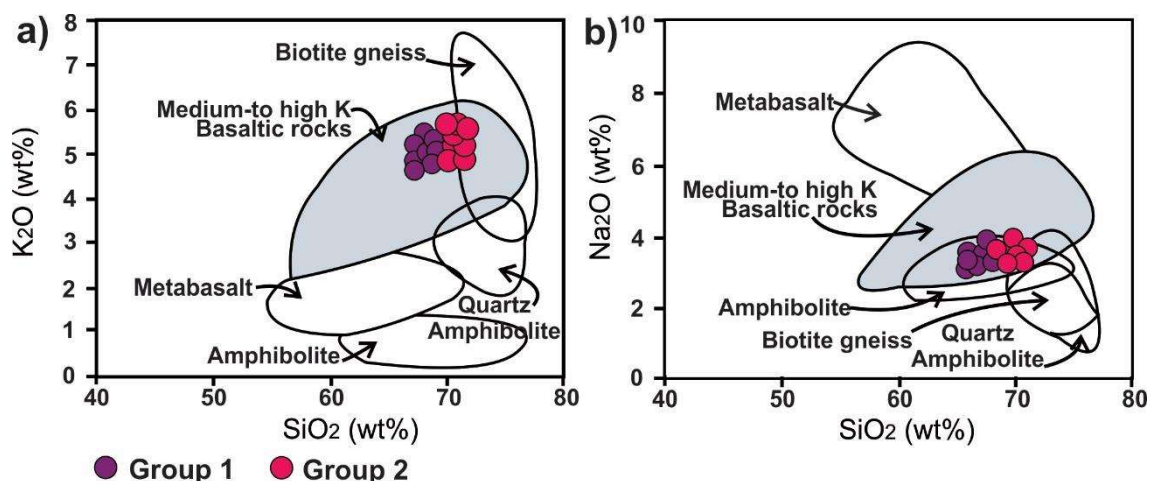


Figure 4.9. a) wt% SiO₂ vs. K₂O and b) wt% SiO₂ vs. Na₂O diagrams with published data for experimental melts as compiled by Chen et al. (2013) from the literature: Beard and Lofgren (1991) (Amphibolites; 1, 3, 6, 9 kb; 800–1000 °C), Rapp and Watson (1995) (Metabasalt; 8–32 kb; 1000–1125 °C), Patiño Douce and Beard (1995) (Quartz amphibolites; 3–15 kb; 850–930 °C); Patiño Douce and Beard (1995) (Biotite gneiss; 3–15 kb; 850–930 °C) and Sisson et al. (2005) (Medium-to-high K basaltic rocks; 700 Mpa; 825–975 °C).



4.4.4. U-Pb geochronology

Obtained U-Pb zircon data for two representative samples of the Serra do Jatobá Suite are presented in tables 4.3 and 4.4. Selected back-scattered images were used as a guide for selecting representative zircon grains (Figure 4.10). Sample MP43 was collected to the southwest of Jaburu (geographical coordinates 8°28'49" S and 38°49'37" W) and corresponds to a gray, coarse-grained metagranodiorite. Most of the dated zircon grains are idiomorphic, characterized by Th/U ratios that vary from 0.01 to 0.06, typical of magmatic crystals. Their dimensions range from 120 to 50 µm and may present discrete metamorphic rim overgrowths. The analyzed data plotted on the Concordia diagram resulted in a Discordia line with an upper intercept of 1011 ± 31 Ma (MSWD = 1.5), interpreted as the crystallization age of the granodioritic protolith (Fig. 4.11a).

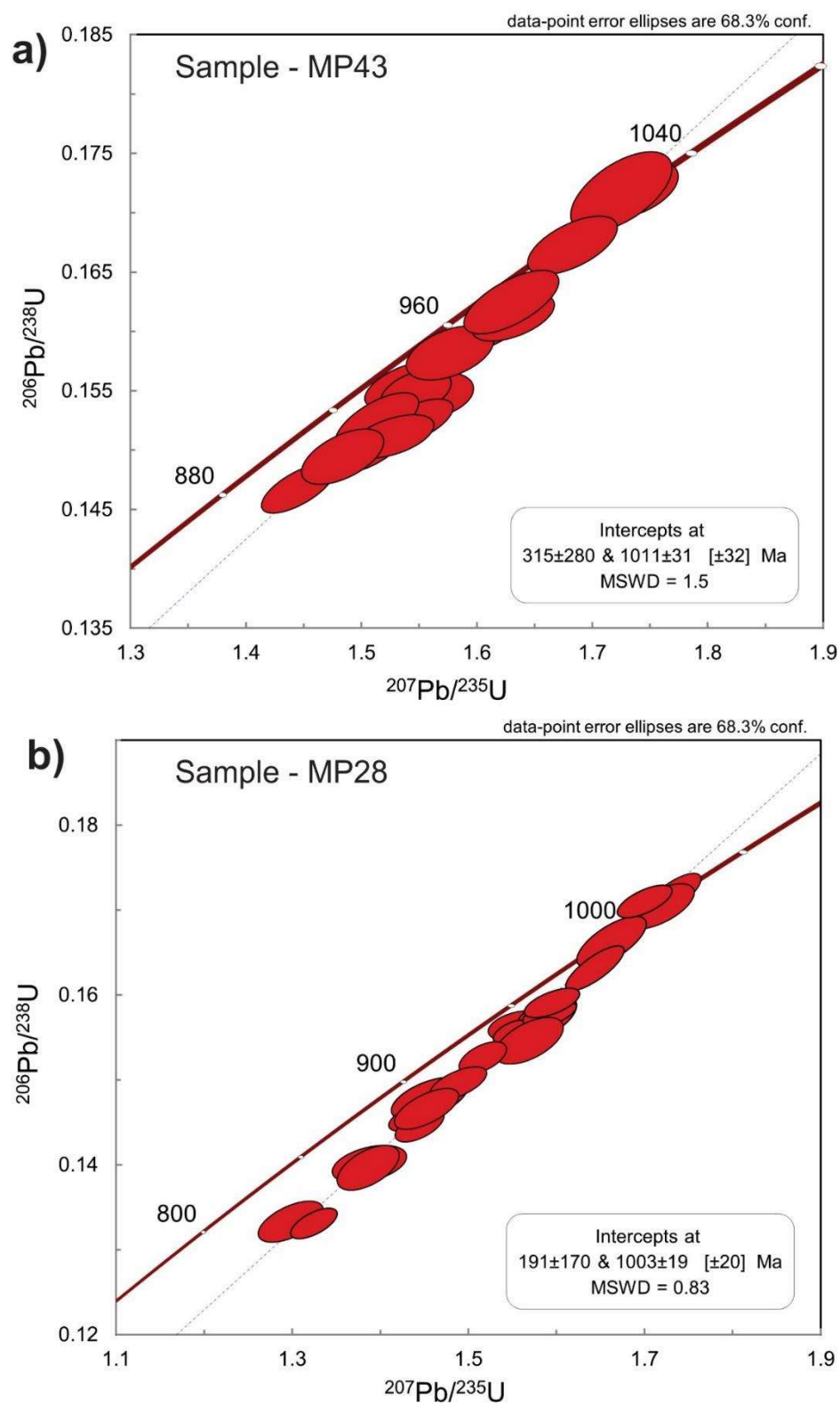
Sample MP28 corresponds to a light gray metamozogranite collected northwest of Fazenda Jatobá (geographical coordinates 8°27'14" S and 38°52'9" W) that displays a pronounced metamorphic foliation. Zircon grains range from 80 to 30 µm (Fig. 4.10), and their Th/U ratios range from 0.01 to 0.04, indicating an igneous origin. The analyzed

data plotted on the Concordia diagram for the analyzed zircon grains yield an upper intercept age of 1003 ± 19 Ma (MSWD = 1.8), which is interpreted as the protolith crystallization age of the sample (Fig. 4.11b).

Figure 4.10. Representative cathodoluminescence images of analyzed zircon crystals of the Serra do Jatobá Suite.



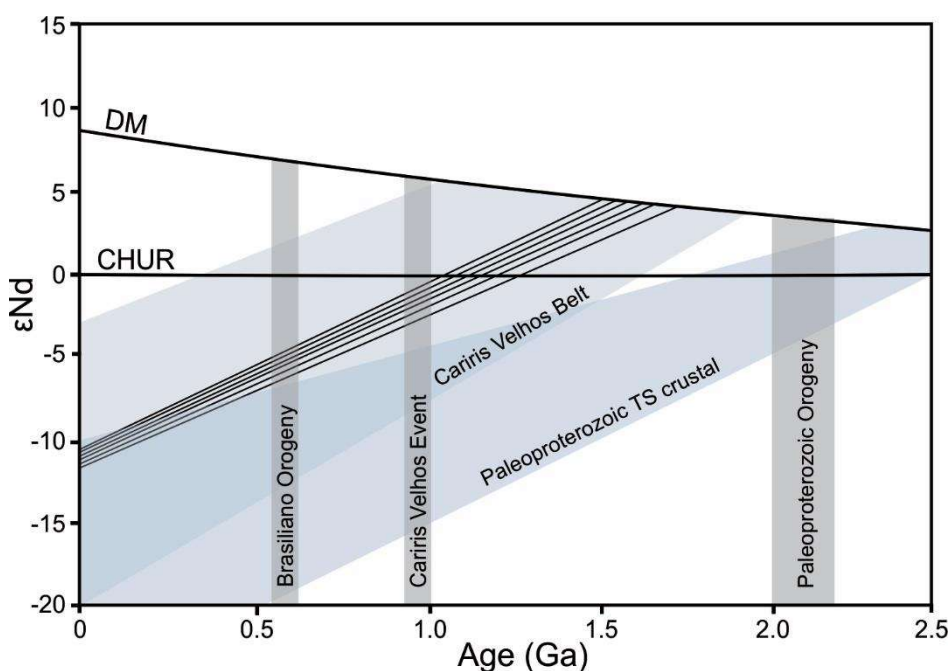
Figure 4.11. a) U-Pb zircon age of metagranodiorite from the Serra do Jatobá Suite (Sample MP-43); b) U-Pb zircon age of metamonzogranite (Sample MP-28).



4.4.6. Sm-Nd

Samarium-Neodymium (Nd) isotope analysis was performed on six samples and results are presented in Table 4.2. Samples MP40, MP43, and MP44 are metagranodiorites that belong to Group 1. Samples MP28, MP29, and MP30 are metamonzogranites classified as Group 2. The samples are characterized by low $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios that vary from 0.51121 and 0.51129, as well as low Sm–Nd ratios that range from 0.19 and 0.21. The analyzed samples of the first group yielded Mesoproterozoic T_{DM} model ages (ca. 1.65 to 1.76 Ga), with $\epsilon\text{Nd}(1\text{ Ga})$ ranging from –2.61 to –1.74, while the second group shows T_{DM} model ages ranging from 1.54 to 1.59 Ga, with $\epsilon\text{Nd}(1\text{ Ga})$ ranging from –1.54 to –0.94 (Fig. 4.12).

Figure 4.12. Nd isotopic evolution diagram of samples from the Serra do Jatobá Suite. Grey and light blue fields: range of isotopic compositions of the Cariris Velhos rocks and Paleoproterozoic crust of the Transversal Subprovince, respectively (sources: Kozuch, 2003; Brito Neves et al., 2005; Santos et al., 2010; Van Schmus et al., 2011). Dark grey fields represent the timing of the three main tectono-magmatic events of the Borborema Province.



4.5. Discussion

Integrated petrographic, geochemical, and isotopic data of granitic rocks of the Serra do Jatobá Suite provide evidence of early Neoproterozoic (ca. 1000-920 Ma) arc-related magmatism in the Central Borborema Province. Rocks that crystallized during this timeframe are associated with the Cariris Velhos event, although its tectonic significance remains unresolved (*e.g.*, Bezerra et al., 2024; Santos et al., 2024). Obtained U-Pb zircon ages in this study indicate crystallization at the older end of this early Neoproterozoic age spectrum, at around 1000 Ma, which is not commonly observed in rest of the Borborema Province as well as in the African counterpart.

Most analyzed samples range from granodiorite to monzogranite, sharing similarities with rocks of the alkali-calcic series and displaying variations between magnesian and ferroan magmas. The overall major element distribution aligns with rocks of the Cordilleran series, as illustrated by plots on the Frost et al. (2001) geochemical diagrams. Distinct geochemical patterns allow their classification into two groups. Rocks of the first group are mostly metaluminous, while those of the second group are dominantly peraluminous, which can be explained by the presence of hornblende and muscovite-garnet rocks from group 1 and group 2, respectively. Additional, geochemical patterns indicate enrichment of LILE coupled with depletion in the HFSE. Minor element distribution is also marked by negative Sr anomalies, suggesting the presence of calcic plagioclase in the source region (Rudnick and Gao, 2014), whereas pronounced negative anomalies in Nb-Ta-Ti are typical of retention of these elements by rutile, titanomagnetite and sphene (Baeir et al., 2008). The general chondrite normalized REE distribution shows moderate fractionation as well as slight to moderate negative Eu anomalies, consistent with plagioclase retention in the source. Low concentrations of Er, Lu, Tm, Y, and Yb are also observed, possibly indicating garnet as a residual phase.

The presented geochemical data, along with plots on classical discriminant diagrams, suggests that most samples share similarities with magmas generated in subduction-related settings, indicating the development of an accretionary-collisional margin during the first stages of the Cariris Velhos event. These processes often invoke fluid-fluxed upper mantle wedge melting followed by crustal contamination (*e.g.*, Gorton and Schandl, 2000; Schandl and Gorton, 2002; McMillan et al., 1989; Barth et al., 2000), which is testified by the observed minor element distribution. In addition, concentrations of Na₂O, K₂O, and SiO₂, as depicted on the plots by Chen et al. (2013), align with melts

derived from high-K basaltic rocks, a common source in modern-day subduction-related settings. In such a case, the granitic material can be formed through advanced crystallization-differentiation triggered by crustal contamination or low-grade partial melting of mantle-derived basaltic sources (*e.g.*, Sisson et al., 2005). We state that the peraluminous character observed on rocks from group 2 is compatible with crustal melting involving (meta)sedimentary rocks, which is typical of magmas generated in collisional settings or, at least, thick active continental margins.

The gathered Nd isotopic data show late Paleoproterozoic to Mesoproterozoic T_{DM} model ages clustering around 1.76 to 1.54 Ga and calculated $\epsilon Nd(t)$ values ranging from -2.61 to -0.94 . These data suggest extraction of a primitive source, also including involvement of continental lithosphere. Nevertheless, since no continuous Mesoproterozoic crustal fragment has been mapped in the Borborema Province, melting of mixed Paleoproterozoic and Neoproterozoic lithospheric components is a plausible alternative (Neves et al., 2015; Santos et al., 2018, 2023b, 2024; Caxito et al., 2014; 2020b). Most early Neoproterozoic plutonic rocks described for the Cariris Velhos event range between 960 Ma and 920 Ma (Brito Neves et al., 2001; Kozuch, 2003; Leite et al., 2001; Santos et al., 2024), and the Serra do Jatobá Suite corresponds to an early crustal generation in the region (*ca.* 1000 Ma). This suite is herein interpreted as part of the roots of a primitive Cariris Velhos arc edifice, as evidenced by coeval mafic-ultramafic arc cumulates described by Lages and Dantas (2016).

Similar geochemical and isotopic patterns of the Serra do Jatobá Suite have been observed in other Cariris Velhos plutonic or volcanic occurrences in the Central Borborema Province (Santos et al., 2010, Santos et al., 2019). For instance, the overall geochemical interpretation as well as the T_{DM} model ages interval are coherent with those obtained by Kozuch (2003), Van Schmus et al. (2011) and Santos et al. (2018), which are concentrated in the 1.98 to 1.04 Ga age interval, whilst their calculated $\epsilon Nd(t)$ values range between $+1.1$ and -1.9 . Other well-known examples of arc related Cariris Velhos rocks are documented in the Southern Borborema Province and include the Poço Redondo domain in the Sergipano Fold Belt (Carvalho, 2005; Oliveira et al., 2010) and the Afeição Suite in the western part of the Riacho do Pontal Belt (Caxito et al., 2014; 2020b).

In contrast, some studies have interpreted the whole set of plutonic and volcanic rocks related to the Cariris Velhos event as associated with within-plate tectonics (Guimarães et al., 2012; Neves, 2003; Neves et al., 2009). However, these models are not

mutually exclusive. As pointed out by Santos et al. (2019, 2024), slab-retreat may lead to extension in the back-arc region, resulting in coeval A-type and magmatic arc melts, as is commonly observed in modern accretionary margins worldwide (Sdrolias and Müller, 2006; Clark et al., 2008).

The Mesoproterozoic to early Neoproterozoic crustal record of western Gondwana is relatively poorly documented and West African correlative sequences include remnants of juvenile crustal segments dated at approximately 990–900 Ma (Küster et al., 2008). In contrast, numerous Tonian arc-related units are found along east Gondwana, such as the granitic domains of the Mozambique Belt (Archibald et al., 2017 and references therein), interpreted as related to continental margin subduction, similar to those described for the Cariris Velhos rocks. In South America, some coeval terranes/domains rocks have been described in the Mantiqueira Province in southern Brazil, also interpreted as accretionary-collisional related (e.g., Embu Terrane; Campanha et al., 2019; Faleiros et al., 2022).

The recognition of early Neoproterozoic magmatic arc rocks, such as the Serra do Jatobá Suite, within Ediacaran-Cambrian orogenic belts of Gondwana provides insights into the continental accretionary-collisional record of crustal growth in NE Brazil and indicates the existence of crustal fragments associated with the Rodinian supercontinent cycle (e.g., Dalziel, 2000; Fuck et al., 2008; Li et al., 2008).

4.6. Conclusions

The main obtained results of this paper are:

- (1) The southwest Alto Pajeú Terrane, Borborema Province, NE Brazil, includes metaplutonic rocks of granodioritic to monzogranitic composition grouped as the Serra do Jatobá Suite. Rocks from this suite are dated at ca. 1000 Ma and related to continental crust generated during the Cariris Velhos event.
- (2) The Serra do Jatobá Suite involves alkali-calcic plutons whose geochemical characterization points to magnesian and ferrous magmas, typically associated with those of the Cordilleran series. Combined trace-element geochemistry and isotopic data indicate a heterogeneous source, involving high-K basaltic rocks and metasedimentary deposits, which are herein interpreted as related subduction setting.

- (3) Nd isotopes reveal reworking of a pre-existing source, also showing evidence of juvenile inputs, which is typical for several coeval associations throughout the central and southern Borborema Province.

4.7. Acknowledgements

This paper is the outcome of the master's dissertation of the first author at the Universidade Federal de Pernambuco. The Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior is acknowledged for providing the scholarship. We express our gratitude for the support received from Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Pernambuco grant APQ-1018-1.07/21, Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia grant 309493/2020-0, Australian Research Council grant FL160100168, and Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Estudos Tectônicos.

Table 4.1. Oxides (%) and trace elements (ppm) data for samples of the Serra do Jatobá Suite.

Sample	MP28	MP29	MP30	MP31	MP32	MP33	MP34	MP35	MP36	MP43	MP44	MP45	MP46	MP47	MP48	MP49	MP50	MP51
Lat (S)	8°27'14"	8°28'25"	8°24'52"	8°25'58"	8°25'53"	8°28'45"	8°28'5"	8°27'29"	8°28'16"	8°28'49"	8°24'39"	8°23'00"	8°23'11"	8°25'01"	8°29'28"	8°28'48"	8°28'02"	8°29'58"
Long (W)	38°52'9"	38°49'54"	38°38'10"	38°37'24"	38°36'39"	38°49'38"	38°50'50"	38°52'11"	38°48'55"	38°49'37"	38°36'41"	38°34'58"	38°36'26"	38°38'56"	38°46'22"	38°47'21"	38°47'50"	38°49'08"
SiO ₂	67.91	68.42	68.55	69.15	68.83	67.75	68.99	67.65	68.02	69.68	69.88	70.01	69.28	69	69.15	69.49	70.55	70.1
TiO ₂	0.68	0.66	0.67	0.65	0.65	0.67	0.65	0.65	0.69	0.47	0.48	0.49	0.48	0.48	0.49	0.48	0.49	0.48
Al ₂ O ₃	14.66	14.52	14.02	14.08	14.17	14.55	14.08	14.88	14.77	14.59	14.37	14.47	14.13	14.15	14.31	14.21	14.01	14.25
Fe ₂ O ₃	4.09	4.08	4.27	3.95	4.14	4.1	3.98	4.15	4.07	4.39	4.25	4.47	4.47	4.54	4.54	4.25	4.22	4.05
MnO	0.1	0.09	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
MgO	0.88	0.75	1.06	1.08	0.75	1.17	1.09	1.2	1.09	1.11	1.04	0.84	1.34	1.31	1.37	1.29	1.31	1.32
CaO	2.35	2.44	2.47	2.24	2.21	2.37	2.35	2.55	2.29	1.35	1.25	1.31	1.71	1.95	1.58	1.66	1.5	1.49
Na ₂ O	3.21	3.12	3.01	3.13	3.18	3.25	3.15	3.01	3.08	2.89	2.86	2.65	2.71	2.72	2.59	2.6	2.55	2.49
K ₂ O	5.3	5.15	5.11	5.08	5.22	5.17	5.15	5.02	5.25	4.88	5.1	5.11	5.09	5.05	5.02	5.07	5.01	4.99
P ₂ O ₅	0.22	0.2	0.22	0.21	0.18	0.22	0.19	0.19	0.22	0.1	0.13	0.1	0.11	0.12	0.11	0.13	0.11	0.11
Sum	99.18	99.43	99.48	99.7	99.42	99.34	99.72	99.43	99.58	99.53	99.43	99.52	99.39	99.39	99.23	99.25	99.85	99.35
Ba	982	948	924	976	945	955	925	960	955	825	878	877	862	856	825	877	829	833
Sr	233.4	224	226.3	237.9	232.9	232.4	234.5	230.1	221.1	211	222.4	221.3	225.7	224.9	221.6	224.6	219.9	220.9
Rb	127	125	121	129	126	128	127	125	124	114	119	118	113	115	116	113	114	115
Cs	8.95	8.73	8.82	9.08	9.15	9.08	8.96	8.82	8.88	14.48	14.63	14.11	14.44	14.63	14.55	14.64	14.44	14.63
Ga	22.8	23.2	22.9	23.2	23.6	22.7	23.1	22.9	23.5	21.4	21.8	21.2	22	22	21.2	21.5	21.8	22.1
Ta	1.7	1.6	1.3	1.1	1.4	1.3	1.1	1.2	1.5	1	1.1	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7
Nb	23.61	18.17	18.89	17.99	17.22	17.69	18.18	17.08	18.01	20.22	20.86	20.06	20.21	20.28	20.66	20.26	20.9	20.11
Hf	11.97	12.64	10.59	12.97	12.46	12.95	11.79	11.89	11.95	8.34	10.26	9.46	8.34	8.49	9.36	9.46	8.99	8.98
Zr	97	97	93	100	95	100	98	95	96	65	65	71	67	70	71	65	69	65
Y	57.82	54.54	57.63	57.98	55.96	57.96	55.89	57.98	55.77	43.38	46.33	49.39	45.25	44.54	44.25	44.26	44.57	44.51
Th	17.5	16.6	16.6	17.2	17.3	17.1	17.4	17.1	17.2	16.7	19.4	19.2	19.1	18.2	18.3	19.2	19.3	19.2
U	2.83	2.72	2.68	2.86	2.86	2.72	2.86	2.84	2.77	2.65	3.03	2.96	2.88	2.81	2.99	2.89	2.95	2.89
Ni	9	8	9	9	7	9	8	8	8	8	11	7	7	8	7	8	7	7
V	45	26	37	45	29	36	38	31	30	56	69	61	28	24	28	57	32	38
Cu	17	16	15	16	15	16	15	16	15	7	8	8	7	10	8	10	9	9
Zn	97	97	93	100	95	98	97	92	98	65	65	71	67	70	68	69	72	71
La	58	54.2	55.8	56.3	56.9	57	56.1	55.9	57.9	32.2	39.7	36.6	34.6	33.2	33.8	34.1	32.9	35.5
Ce	111	104.9	105.7	110.1	110.1	106.1	111.1	104.5	107.9	87.2	101.6	99.8	97.7	95	95.7	101.5	96.1	98.5
Pr	13.48	13.01	12.52	13.42	13.37	13.46	13.38	12.9	13.22	7.28	8.4	8.26	8.04	7.99	8.01	7.98	8.55	8.85
Nd	50.2	47.6	47	49.1	48.9	47.5	47.8	49.1	49.01	26.1	31.4	30.3	29.2	29	28	29.3	28.8	29
Sm	10.9	10.1	10.3	9.9	10	10.2	9.8	9.88	10.7	5.8	6.6	6.8	6.5	6	6.4	6.5	6.7	6.9
Eu	2.71	2.88	2.97	2.22	2.47	2.45	2.75	2.33	2.44	1.2	1.16	1.11	1.5	1.26	1.12	1.13	1.14	1.15
Gd	10.41	9.84	10.3	10.36	10.02	10.42	10.3	10.22	10.55	6.04	7.09	7.03	6.79	6.73	6.71	6.66	6.55	6.68
Td	1.25	1.17	1.21	1.2	1.14	1.15	1.16	1.2	1.2	0.81	0.9	0.94	0.83	0.82	0.83	0.91	0.85	0.89
Dy	9.49	8.89	9.54	9.85	9.17	9.55	9.35	8.88	9.33	7.16	7.61	7.5	7.28	7.4	7.41	7.26	7.35	7.47
Ho	1.87	1.75	1.86	1.86	1.84	1.79	1.77	1.89	1.89	1.41	1.5	1.62	1.43	1.45	1.61	1.52	1.47	1.48
Er	5.65	5.53	5.84	5.86	5.57	5.69	5.89	5.53	5.69	4.46	4.59	5.28	4.59	4.55	4.66	5.12	4.77	4.88
Tm	0.76	0.76	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.76	0.77	0.62	0.63	0.58	0.58	0.65	0.56	0.62	0.58	0.57
Yb	1.68	2.63	2.14	3.95	2.98	3.66	3.41	2.53	4.06	4	4.2	4.6	4.5	4.2	3.8	4.3	4.1	3.9
Lu	0.73	0.67	0.7	0.68	0.69	0.68	0.68	0.66	0.69	0.54	0.62	0.65	0.46	0.59	0.55	0.51	0.57	0.59
Co	7.1	6.9	6.9	7.3	7.1	6.9	7.1	7.2	7.3	6.2	6.6	6.2	7.2	6.7	6.2	6.7	6.3	6.4

Table 4.2. Nd isotope data for samples of the Serra do Jatobá Suite.

Sample	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}(\pm 2\text{SE})$	$\epsilon\text{Nd} (0)$	$\epsilon\text{Nd} (t)$	U-Pb age (Ga)	T_{DM} (Ga)
MP28	10.055	50.890	0.512083 (± 8)	-10.82	-0.94	1.0	1.54
MP29	9.966	50.234	0.512056 (± 5)	-11.36	-1.53	1.0	1.59
MP30	9.967	50.197	0.512056 (± 5)	-11.36	-1.54	1.0	1.59
MP40	4.649	21.180	0.512099 (± 10)	-10.51	-2.33	1.0	1.76
MP43	6.180	29.524	0.512044 (± 11)	-11.59	-2.61	1.0	1.73
MP44	6.047	28.880	0.512089 (± 10)	-10.72	-1.74	1.0	1.65

Table 4.3. Summary of LA-ICP-MS data of zircons from sample MP43.

Grain stop	Isotopic ratios				Ages				Rho	Th/U	Conc. (%)
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm(1s)$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm(1s)$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm(1s)$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm(1s)$			
Z43.3	1.5150	1.4	0.15469	0.8	927	49	927	14	0.59	-0.03	100.0
Z43.4	1.5269	1.6	0.15717	1.0	901	59	940	17	0.51	-0.02	104.4
Z43.7	1.6820	1.5	0.16732	1.0	987	49	997	18	0.60	0.02	101.0
Z43.8	1.5113	1.3	0.15039	0.9	980	39	903	16	0.71	-0.01	92.1
Z43.12	1.4829	1.6	0.14950	1.0	957	56	898	17	0.55	-0.01	93.8
Z43.14	1.6305	1.5	0.16124	0.8	1004	53	963	15	0.52	-0.01	96.0
Z43.16	1.5632	1.4	0.15467	0.8	995	59	927	14	0.29	0.01	93.1
Z43.17	1.5104	1.7	0.15495	1.1	931	56	928	18	0.62	0.01	99.7
Z43.18	1.5439	1.8	0.15833	1.0	899	64	947	18	0.61	0.01	105.3
Z43.23	1.7367	1.4	0.17201	0.9	990	52	1023	17	0.46	0.04	103.3
Z43.24	1.4956	1.3	0.15360	0.8	927	51	921	14	0.42	0.00	99.3
Z43.26	1.6150	1.1	0.16055	0.8	998	33	959	15	0.62	0.00	96.2
Z43.27	1.6292	1.7	0.16252	1.1	988	51	970	20	0.66	0.00	98.2
Z43.30	1.5447	1.5	0.15238	0.8	1008	44	914	14	0.62	0.00	90.6
Z43.32	1.4840	1.6	0.15217	1.1	932	51	912	18	0.66	0.00	98.0
Z43.33	1.5263	1.5	0.15119	0.8	981	52	907	14	0.52	-0.01	92.4
Z43.35	1.7242	1.7	0.17182	1.3	986	59	1021	25	0.59	0.01	103.5
Z43.37	1.5648	1.6	0.15837	1.0	953	56	947	17	0.46	0.04	99.4
Z43.40	1.4442	1.4	0.14681	0.9	940	43	883	15	0.69	-0.01	93.9

Table 4.4. Summary of LA-ICP-MS data of zircons from sample MP28.

Grain stop	Isotopic ratios				Ages				Rho	Th/U	Conc. (%)
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm(1\sigma)$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm(1\sigma)$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm(1\sigma)$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm(1\sigma)$			
Z28.2	1.7340	1.2	0.17196	0.9	1006	35	1022	18	0.73	-0.02	101.6
Z28.3	1.7179	1.5	0.17049	1.0	994	50	1014	19	0.62	-0.01	102.0
Z28.5	1.6631	1.7	0.16630	1.0	963	58	991	18	0.57	-0.04	102.9
Z28.6	1.2982	1.9	0.13336	1.2	937	59	806	18	0.58	-0.07	86.0
Z28.7	1.5556	1.4	0.15646	0.7	947	55	937	13	0.38	-0.02	99.0
Z28.8	1.5558	1.1	0.15424	0.6	1008	38	924	10	0.44	-0.02	91.7
Z28.9	1.5883	1.6	0.15741	0.8	986	74	942	15	0.10	-0.02	95.5
Z28.12	1.7008	1.3	0.17106	0.6	958	48	1018	11	0.47	-0.02	106.3
Z28.14	1.5241	1.2	0.15602	0.6	928	55	934	10	0.22	-0.02	100.7
Z28.15	1.4562	2.1	0.14781	0.9	926	93	888	15	0.16	0.01	95.9
Z28.16	1.6441	1.6	0.16318	0.6	969	67	974	10	0.26	0.01	100.5
Z28.17	1.5099	0.9	0.15588	0.4	916	41	934	7	0.19	0.02	101.9
Z28.20	1.5926	1.3	0.15784	0.5	983	55	945	10	0.24	0.03	96.1
Z28.21	1.5761	1.4	0.15744	0.5	966	58	942	10	0.15	0.02	97.6
Z28.25	1.3247	1.4	0.13312	0.7	955	61	806	10	0.27	0.03	84.4
Z28.28	1.4373	1.3	0.14560	0.7	954	42	876	12	0.54	0.04	91.8
Z28.30	1.3877	2.0	0.14013	1.0	937	79	845	16	0.40	0.01	90.2
Z28.34	1.5418	1.9	0.15517	1.3	952	65	929	23	0.57	0.04	97.6
Z28.38	1.5164	1.2	0.15266	0.8	961	41	915	14	0.54	0.02	95.2
Z28.39	1.3861	1.7	0.13972	1.3	941	59	842	20	0.56	0.06	89.5
Z28.33	1.4445	1.3	0.14470	0.9	968	45	871	14	0.59	0.04	89.9
Z28.37	1.4525	1.7	0.14664	1.1	936	55	881	18	0.64	0.01	94.2
Z28.41	1.4884	1.4	0.14964	0.9	961	45	898	15	0.62	0.02	93.5
Z28.42	1.7340	1.2	0.17196	0.9	1006	35	1022	18	0.73	-0.01	101.6

4.8. References

- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sci. Rev.* 17, 1–29. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(81\)90003-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(81)90003-9).
- Arthaud, M.H., Caby, R., Fuck, R.A., Dantas, E.L., Parente, C.V., 2008. Geology of the northern Borborema Province, NE Brazil and its correlation with Nigeria, NW Africa. In: Pankhurst, R.J., Trouw, R.A.J., Brito Neves, B.B., De Wit, M.J. (Org.). *West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region*. Geol. Soc. (Lond.) Spec. Publ. 294: 49-67.
- Baier, J., Audétat, A., Keppler, H., 2008. The origin of the negative niobium tantalum anomaly in subduction zone magmas. *Earth Planet. Sci. Lett.* 267(1–2), 290-300. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.11.032>.
- Barth, M.G., McDonough, W.F., Rudnick, R.L., 2000. Tracking the budget of Nb and Ta in the continental crust. *Chem. Geol.* 165 (3–4), 197–213. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(99\)00173-4](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(99)00173-4).
- Batchelor, R.A., Bowden, P., 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chem. Geol.* 48, 43-55. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(85\)90034-8](https://doi.org/10.1016/0009-2541(85)90034-8).
- Bezerra, J.P.S., Neves, S.P., França, R.H.M., Bruguier, O., Bosch, D., Moreira, H., 2024. Tonian rifting coeval with the last stages of amalgamation of Rodinia: Evidence from southern Borborema province, northeastern Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* 134, 104741. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104741>.
- Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., Campanha, G.A.C., 2021. Basement inliers of the Brasiliano structural provinces of South America. *J. S. Am. Earth Sci.* 110, 1033. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103392>.
- Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., Pimentel, M.M., 2014. The Brasiliano collage in South America: a review. *Brazilian Journal of Geology* 44(3), 493-518. <https://doi.org/10.5327/Z2317-4889201400030010>.
- Brito Neves, B.B., Santos, E.J., Fuck, R.A., Santos, L.C.M.L., 2016. A preserved early Ediacaran magmatic arc at the northernmost portion of the Transversal Zone central

- subprovince of the Borborema Province, Northeastern South America. *Braz. J. Genet.* 46 (4), 491–508. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201620160004>.
- Brito Neves, B.B., Santos, E.J., Van Schmus, W.R., 2000. Tectonic history of the Borborema Province. In: Cordani, U., Milani, E.J., Filho, A.T., de Almeida Campos, D. (Eds.), *Tectonic Evolution of South America* Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, Special Publication, pp. 151–182.
- Brito Neves, B.B., Van Schmus, W.R., Santos, E.J., Campos Neto, M.C.C., Kozuch, M., 1995. O evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. *Rev. Bras. Geociências*. 25 (4), 279–296.
- Bühn, B., Pimentel, M. M., Matteini, M., & Dantas, E. L. (2009). High spatial resolution analysis of Pb and U isotopes for geochronology by laser ablation multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-MC-ICP-MS). *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. 81, 99–114. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652009000100011>.
- Campanha, G.A.C., Faleiros, F.M., Cawood, P.A. Cabrita, D.I.G., Ribeiro, B.V., Basei, M.A.S., 2019. The Tonian Embu Complex in the Ribeira Belt (Brazil): revision, depositional age and setting in Rodinia and West Gondwana. *Precambrian Res.* 320, 31–45. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2018.10.010>.
- Carvalho, M.J., 2005. *Evolução tectônica do domínio Maranco-Poço Redondo: Registro das orogêneses Cariris Velhos e Brasiliana na Faixa Sergipana, NE do Brasil*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, p. 192 (PhD thesis).
- Cawood, P.A., Buchan, C., 2007. Linking accretionary orogenesis with supercontinent assembly. *Earth-Sci. Rev.* 82, 217–256. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2007.03.003>.
- Cawood, P.A., Kröner, A., Collins, W.J., Kusky, T.M., Mooney, W.D., Windley, B.F., 2009. Accretionary Orogens through Earth history. In: Cawood, P.A., Kröner, A. (Eds.), *Earth Accretionary Systems in Space and Time*. *Geol. Soc. (Lond.) Spec. Publ.* 318, 1–36. 8. <https://doi.org/10.1144/SP318.1>.
- Cawood, P.A., Strachan, R.A., Pisarevsky, S.A., Gladkochub, D.P., Murphy, J.B., 2016. Linking collisional and accretionary orogens during Rodinia assembly and breakup:

- implications for models of supercontinent cycles. *Earth Planet Sci. Lett.* 449, 118–126. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.05.049>.
- Caxito, F.A., Santos, L.C.M.L., Ganade, C.E., Bendaoud, A., Fettous, E., 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. *Braz. J. Genet.* 50 (2), 1–38. <https://doi.org/10.1590/2317-488920202019012>.
- 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. *Braz. J. Genet.* 50 (2), 1–15. <https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190082>.
- Caxito, F.A., Basto, C.F., Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., Medeiros, V.C., Dias, T.G., Barrote, V., Hagemann, S., Alkmim, A.R., Lana, C., 2021. Neoproterozoic magmatic arc volcanism in the Borborema Province, NE Brazil: possible flare-ups and lulls and implications for western Gondwana assembly. *Gondwana Research* 92, 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2020.11.015>
- Caxito, F.A., Uhlein, A., Dantas, E.L., 2014. 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. S. 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., Pedrosa Soares, A.C.A., 2015. Orosirian (ca. 1.96 Ga) mafic crust of the northwestern São Francisco Craton margin: petrography, geochemistry and geochronology of amphibolites from the Rio Preto fold belt basement, NE Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* 59, 95–111. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.02.003>.
- Chappell, B.W., White, A.J.R., 2001. Two contrasting granite types. 25 Years later. *Aust. J. Earth Sci.* 48 (4), 489–499. <https://doi.org/10.1046/j.1440-0952.2001.00882.x>.
- Chen, J., Yang, J., Zhang, J., Sun, J., Wilde, S.A., 2013. Petrogenesis of the Cretaceous Zhangzhou batholith in southeastern China: Zircon U–Pb age and Sr–Nd–Hf–O isotopic evidence. *Lithos*, 162–163, 140–156. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2013.01.003>.

- Clark, S.R., Stegman, D., Müller, R.D., 2008. Episodicity in back-arc tectonic regimes. *Earth Planet. Int.* 171, 265–279. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2008.04.012>.
- Collins, A.S., Foden J., Halverson, G., Santosh, M., Cox, G., Plavsa, D., 2011. Where and when did Gondwana finally amalgamate? Gondwana 14th. Buzios, Rio de Janeiro, Abstracts (available in CD-rom).
- Dalziel, I.W.D., 1997. Neoproterozoic-Paleozoic geography and tectonics: reviews, hypotheses, environmental speculations. *GSA Bulletin*. 109, 16–42. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1997\)1092.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1997)1092.3.CO;2).
- Dantas, E.L., Souza, Z.S., Wernick, P., Hackspacher, C., Martin, H., Xiaodong, D., Li, J., 2013. Crustal growth in the 3.4–2.7 Ga São José de Campestre Massif, Borborema Province, NE Brazil. *Precambrian Res.* 277, 120–156. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2012.08.006>
- De la Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P., Marchal, M., 1980. Classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major-element analyses — Its relationships with current nomenclature. *Chem. Geol.* 29(1–4), 183–210. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(80\)90020-0](https://doi.org/10.1016/0009-2541(80)90020-0)
- Faleiros, F.M., Ribeiro, B.V., Campanha, G.A.C., Cawood, P.A., Cabrita, D.I.G., Yogi, L. A., Milani, M.T.A., Lemos-Santos, G.D.V., Almeida, V.V., Rodrigues, S.W.O., Malta, I.S., Forero-Ortega, A. J., 2022. Strain Partitioning along Terrane Bounding and Intraterrane Shear Zones: Constraints from a Long-Lived Transpressional System in West Gondwana (Ribeira Belt, Brazil). **Lithosphere**, 2021 (6), 2103213. <https://doi.org/10.2113/2022/2103213>.
- Ferreira, A.C.D., Dantas, E.L., Fuck, R.A., Nedel, I.M.M., 2020. Arc accretion and crustal reworking from late Archean to Neoproterozoic in Northeast Brazil. *Scientific Reports* 10, 7855. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64688-9>.
- Frost, B.R., Barnes, C., Collins, W., Arculus, R., Ellis, D., Frost, C., 2001. A chemical classification for granitic rocks. *J. Pet.* 42, 2033–2048.
- Fuck, R.A., Brito Neves, B.B., Schobbenhaus, C.A., 2008. Rodinia descendants in South America. *Precambrian Res.* 160 (1–2), 108–126. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2007.04.018>.

- Gioia, S.M.C.L., Pimentel, M.M., 2000. The Sm–Nd isotopic method in the geochronology laboratory of the University of Brasília. *Anais Da Academia Brasileira De Ciências*, 72(2), 219–245. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652000000200009>.
- Guimarães, I.P., Brito, M.F.L., Lages, G.A., Silva Filho, A.F., Santos, L., Brasilino, R.G., 2016. Tonian granitic magmatism of the Borborema Province, NE Brazil: a review. *J. S. Am. Earth Sci.* 68, 97–112. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.10.009>.
- Guimarães, I.P., Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Bittar, S.M.B., 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 Res.* 192–195, 52–77. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.10.008>.
- Harris, N.B.W., Pearce, J.A., Tindle, A.G., 1986. Geochemical characteristics of collisionzone magmatism. In: Coward, M.P., Ries, A.C. (Eds.), *Collision Tectonics*, vol. 19. *Geol. Soc. (Lond.) Spec. Publ.* pp. 67–81. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1986.019.01.0>.
- Hawkesworth, C.J., Dhuime, B., Pietranik, A., Cawood, P.A., Kemp, A.I.S., Storey, C., 2010. The generation and evolution of the continental crust. *J. Geol. Soc.* 167, 229–248. <https://doi.org/10.1144/0016-76492009-072>.
- Kozuch, M., 2003. Isotopic and Trace Element Geochemistry of Early Neoproterozoic Gneissic and Metavolcanic Rocks in the Cariris Velhos Orogen of the Borborema Province, Brazil, and Their Bearing on Tectonic Setting [Ph.D. Thesis]. Lawrence, University of Kansas, p. 199.
- Küster, D., Liegeois, J-P., Matukov, D., Sergeev, S., Lucassen, F., 2008. Zircon geochronology and Sr, Nd, Pb isotope geochemistry of granitoids from Bayuda Desert and Sabaloka (Sudan): evidence for a Bayudian event (920–900 Ma) preceding the Pan-African orogenic cycle (860–590 Ma) at the eastern boundary of the Saharan Metacraton. *Precambrian Res.* 164, 16–39. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2008.03.003>.
- 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 Res.* 280, 91–119. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2016.04.017>.
- Leite, P.R.L.B., Bertrand, J.M., Lima, E.S., Leterrier, J., 2000. Timing of granitic magmatism in the northern Borborema Province, Brazil: a U-Pb study of granitoids from the Alto Pajeu Terrain. *J. South Am. Earth Sci.* 13, 549–559.
- Li, Z.X., Bogdanova, S.V., Collins, A.S., Davidson, A., De Waele, B., Ernst, R.E., Fitzsimons, I.C.W., Fuck, R.A., Gladkochub, D.P., Jacobs, J., Karlstrom, K.E., Lu, S., Natapov, L.M., Pease, V., Pisarevsky, S.A., Thrane, K., Vernikovsky, V., 2008. Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: a synthesis. *Precambrian Research* 160, 179–210. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2007.04.021>.
- Lima, H.M., Pimentel, M.M., Fuck, R.A., Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., 2018. Geochemical and detrital zircon geochronological investigation of the metavolcanosedimentary Araticum complex, Sergipano fold belt: implications for the evolution of the Borborema Province, NE Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* 86, 176–192. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.06.013>.
- Lima, H.M., Pimentel, M.M., Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., 2019. Isotopic and geochemical characterization of the metavolcano-sedimentary rocks of the Jirau do Ponciano Dome: A structural window to a Paleoproterozoic continental arc. root within the Southern Borborema province, Northeast Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* 90, 54–69. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.12.002>.
- Lira Santos, G.L., Santos, L.C.M.L., Vidotti, R.M., Cawood, P.A., Viegas, G., Queiroga, G.N., 2023. Crustal architecture of Neoproterozoic terrains of western Gondwana revealed by integrated geophysical and structural data on the eastern Borborema Province, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 127, 104375 <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104375>.
- Maniar, P.D., Piccoli, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *GSA Bulletin* 101 (5), 635–643. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1989\)1012.3.CO](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1989)1012.3.CO).
- Matteini, M., Junges, S.L., Dantas, E.L., Pimentel, M.M., Bühn, B.M., 2010. In situ zircon U-Pb and Lu-Hf isotope systematic on magmatic rocks: insights on the crustal

- evolution of the Neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, Brasília Belt, Central Brazil. *Gondwana Res.* 16, 200–212. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2009.05.008>.
- McMillan, N.J., Harmon, R.S., Moorbath, S., Lopez-Escobar, L., Strong, D.F., 1989. Crustal sources involved in continental arc magmatism: a case study of volcanic Mocho-Choshuenco, southern Chile. *Geology*. 17(12), 1152–1156. [https://doi.org/10.1130/0091-7287613\(1989\)0172.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7287613(1989)0172.3.CO;2).
- Nakamura, N., 1974. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geoch. Et Cosm. Acta*, 38(5), 757–775. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(74\)90149-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(74)90149-5).
- Neves, S.P., 2021. Comparative geological evolution of the Borborema Province and São Francisco Craton (eastern Brazil): decratonization and crustal reworking during West Gondwana assembly and implications for paleogeographic reconstructions. *Precambrian Res.* 355, 106119 <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106119>.
- 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. *J. S. Am. Earth Sci.* 58, 165–187. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.06.009>.
- Oliveira, A.L.S., Santos, L.C.M.L., Tedeschi, M., Queiroga, G., Viegas, G., Cawood, P.A., 2023. On the crustal framework of the central Alto Pajeú Terrane (Borborema Province, NE Brazil): Geophysical and structural data constrain late Neoproterozoic transposition in Western Gondwana. *Tectonophysics* 854, 229811. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229811>.
- Oliveira, E.P., Windley, B.F., Araújo, M.N.C., 2010. The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Res.* 181 (1–4), 64–84. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2010.05.014>.
- Oliveira, E.P., Windley, B.F., Araújo, M.N.C., 2010. The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Res.* 181 (1–4), 64–84. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2010.05.014>.

- Paixão, M.S., Santos, L.C.M.L., Araújo Neto, J.F., 2023. Estudo integrado de aerogeofísica e geologia estrutural aplicado ao mapeamento geológico do entorno da Serra do Jatobá, Terreno Alto Pajeú, Província Borborema. *Geol. USP, Sér. Cient.* 23(4), 87-100. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-210521>.
- Passos, L.H., Fuck, R.A., Chemale Jr, F., Lez, C., Porcher, C.C., Pinto, V.M., Santos, L.C.M.L., 2023. Neoproterozoic pre-collisional events recorded in the Sergipano belt, Southern Borborema Province, West Gondwana. *International Geology Review* 65(4), 527-545. <https://doi.org/10.1080/00206814.2022.2054029>
- Pearce, J., Harris, N.B.W., Tindle, A.G., 1984. Trace elements discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Pet.* 25, 956– 983. <https://doi.org/10.1093/petrology/25.4.956>.
- Rudnick, R.L., Gao, S., 2014. 4.1 - Composition of the Continental Crust. In: Holland, H.D., Turekian, K.K. (Eds.), *Treatise on Geochemistry (Second Edition)*, 1-51. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.00301-6>.
- Sales, A. O., Santos, E. J., Lima, E. S., Santos, L. C. M. L., Brito Neves, B. B. (2011). Evolução petrogenética e tectônica do Evento Cariris Velhos na região de Afogados da Ingazeira (PE), Terreno Alto Pageú, Província Borborema. *Geol. USP, Sér. Cient.* 11(2), 101-121. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2011000200006>.
- Santos, E.J., 1995. O Complexo Granítico Lagoa das Pedras: Acresção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borborem. São Paulo, Universidade de São Paulo, p. 219p [Ph.D Thesis].
- Santos, E.J., Medeiros, V.C., 1999. Constraints from granitic plutonism on proterozoic crustal growth of the Transverse Zone, Borborema Province, NE-Brazil. *Rev. Bras. Geociencias.* 29 (1), 73–84. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1999297384>.
- Santos, E.J., Van Schmus, W.R., Kozuch, M., Brito Neves, B.B., 2010. The Cariris Velhos tectonic event in northeast Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* 29 (1), 61–76. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.07.003>.
- Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., Cawood, P.A., Lages, G.A., Lima, H.M., Santos, E.J., Caxito, F.A., 2019. Early to late Neoproterozoic subduction-accretion episodes in the Cariris Velhos Belt of the Borborema Province, Brazil: insights from isotope and

- whole-rock geochemical data of supracrustal and granitic rocks. *J. S. Am. Earth Sci.* 96, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102384>.
- Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., Cawood, P.A., Santos, E.J., Fuck, R.A., 2017a. Neoproterozoic crustal growth and Paleoproterozoic reworking in the Borborema Province, NE Brazil: insights from geochemical and isotopic data of TTG and metagranitic rocks of the Alto Moxotó Terrane. *J. S. Am. Earth Sci.* 79, 342–363. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.08.013>.
- Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., Cawood, P.A., Lages, G.A., Lima, H.M., Santos, E.J., 2018. Accretion Tectonics in Western Gondwana deduced from Sm-Nd Isotope mapping of terranes in the Borborema Province, NE Brazil. *Tectonics* 37, 2727–2743. <https://doi.org/10.1029/2018TC005130>.
- Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., Vidotti, R.M., Cawood, P.A., Santos, E.J., Fuck, R.A., Lima, H.M., 2017b. Two-stage terrane assembly in Western Gondwana: insights from structural geology and geophysical data of central Borborema Province, NE Brazil. *J. Struct. Geol.* 103, 167–184. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2017.09.012>.
- Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., Santos, E.J., Santos, R.V., Lima, H.M., 2015. Early to late Paleoproterozoic magmatism in NE Brazil: The Alto Moxotó Terrane and its tectonic implications for the pre-West Gondwana assembly. *J. S. Am. Earth Sci.* 58, 188–209. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.07.006>.
- Santos, L.C.M.L., Lages, G.A., Caxito, F.A., Dantas, E.L., Cawood, P.A., Lima, H.M., Lima, F.J.C., 2021b. Isotopic and geochemical constraints for a Paleoproterozoic accretionary orogen in the Borborema Province, NE Brazil: Implications for reconstructing Nuna/Columbia. *Geoscience Frontiers*. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101167>
- Santos, L.C.M.L., Lages, G.A., Lima, H.M., Araujo Neto, J.F., Santos, G.L., Paixão, M.S., 2022. An overview on the Rhyacian-Orosirian magmatism of the Alto Moxotó Terrane and its implications for the crustal evolution of the Borborema Province, NE Brazil. *Journal of Iberian Geology* 48, 225–239. <https://doi.org/10.1007/s41513-022-00191-6>
- Santos, L.C.M.L., Oliveira, R.G., Lages, G.A., Dantas, E.L., Caxito, F.A., Cawood, P.A., Fuck, R.A., Lima, H.M., Santos, G.L., Araújo Neto, J.F., 2021a. Evidence for Neoproterozoic terrane accretion in the central Borborema Province, West

- Gondwana deduced by isotopic and geophysical data compilation. *Int. Geol. Rev.* 64 (11), 1574–1593. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1944332>.
- Santos, L.C.M.L., Paixão, M.P., Lages, G.A., Caxito, F.A., Cawood, P.A., Oliveira, E.P., Lima, H.M., 2024. Exploring the orogenic nature of the Cariris Velhos event (ca. 1000-920 Ma) of the Borborema Province (NE Brazil). *J. S. Am. Earth Sci.* 133, 104727. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104727>
- Santos, L.C.M.L., Caxito, F.A., Bouyo, M.H., Ouadahi, S., Araïbia, K., Lages, G.A., Santos, G.L., Pitombeira, J.P.A., Cawood, P.A., 2023a. Relics of ophiolite-bearing accretionary wedges in NE Brazil and NW Africa: connecting threads of western Gondwana's ocean during Neoproterozoic times. *Geosystems and Geoenvironments*, 2(3), 100148. <https://doi.org/10.1016/j.geogeo.2022.100148>.
- Santos, L.C.M.L., Oliveira, R.G., Medeiros, W.E., Lages, G.A., Dantas, E.L., Cawood, P.A., Santos, G.L., Araújo Neto, J.F., Lima, H.M., Paixão, M.S., 2023b. Combined Nd isotope systematics and geophysical data constrain the crustal evolution of the disrupted Alto Moxotó Terrane, Borborema Province, Brazil. *Tectonophysics*, 845, 229716. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229716>.
- Schandl, E.S., Gorton, M.P., 2002. Application of high field strength elements to discriminate tectonic settings in VMS environments. *Econ. Geol.* 97 (3), 629–642. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.97.3.629>.
- Sdrolias, M., Müller, R.D., 2006. Controls on back-arc basin formation. *G-cubed*. 7(4), Q04016. <https://doi.org/10.1029/2005GC001090>.
- Streckeisen, A.L., 1976. To each plutonic rocks its proper name. *Earth Sci. Rev.* 12, 1–33.
- Sial, A.N., Ferreira, V.P., 2015. Magma associations in ediacaran granitoids of the cachoeirinha–salgueiro and Alto Pajeú terranes, northeastern Brazil: forty years of studies. *J. S. Am. Earth Sci.* 68, 113–133. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.10.005>Yi.
- Sisson, T., Ratajeski, K., Hankins, W., Glazner, A., 2005. Voluminous granitic magmas from common basaltic sources. *Contrib. Mineral Petrol.* **148**, 635–661. <https://doi.org/10.1007/s00410-004-0632-9>.

- Sun, S.S., McDonough, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in Ocean Basins*, vol. 42. Geological Society of London, Special Publication, pp. 313–345. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.1>.
- Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Williams, I.S., Hackspacher, P.C., Fetter, A.H., Dantas, E.L., Babinski, M., 2003. The Seridó group of NE Brazil, a late neoproterozoic pre- to syn-collisional basin in West Gondwana: Insights from SHRIMP U-Pb detrital zircon ages and Sm-Nd crustal residence (TDM) ages. *Precambrian Res.* 127, 287–327. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(03\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(03)00197-9).
- Van Schmus, W.R., Kozuch, M., Brito Neves, B.B., 2011. Precambrian history of the Zona transversal of the Borborema province, NE Brazil: insights from Sm/Nd and U/Pb geochronology. *J. S. Am. Earth Sci.* 31 (2–3), 227–252. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.010>.
- Van Schmus, W.R., Oliveira, E., Silva Filho, A.F., Toteu, F., Penaye, J., Guimaraes, ~ I., 2008. Proterozoic links between the Borborema province, NE Brazil, and the central African Fold belt. *Geol. Soc. Spec. Publ.* 294 (1), 66–69. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.010>.
- Vaucher, A., Neves, S.P., Caby, R., Corsini, M., Egydio-Silva, M., Arthaud, M., Amaro, V., 1995. The Borborema shear zone system, NE Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* 8 (3–4), 247–266. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(95\)00012-5](https://doi.org/10.1016/0895-9811(95)00012-5).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Suíte Serra do Jatobá é composta por um conjunto de granitoides que afloram na porção sul do Terreno Alto Pajeú e forma vários *stocks* que variam entre 15 e 25 km de extensão. As rochas dessa unidade são geralmente dobradas formando corpos alongados de direção NW-SE e NE-SW em conformidade com a foliação dominante da região. Essa suíte possui metagranitoides de idade toniana (1000 Ma) e representam parte do Orógeno Cariris Velhos (*ca.* 1000 – 920 Ma), na porção central da Província Borborema.

Os *stocks* no entorno da Serra do Jatobá estão intercalados com rochas supracrustais, principalmente rochas metassedimentares do Complexo São Caetano e estão em contato com granitóides ediacaranos relacionados com a Orogenia Brasileira. Estruturalmente, essa região apresenta vários eventos de deformações materializados em corredores miloníticos que formam tectonitos de baixo ângulo mergulhando para N-NE e N-NW, que ocorre, associada a uma lineação de estiramento de alto *rake* mostrando um caimento geral para NNW. Essas estruturas estão associadas as zonas de empurrão denominadas Cacimba e Jatobá, que apresentam transporte tectônico para SSE.

A trama estrutural predominante desta área é materializada por foliações subverticais desenvolvidas sobre xistos com foliação de médio a alto ângulo e ortognaisses que gradam para milonitos e protomilonitos que estão associados a zona de cisalhamento transcorrente Quixabeira de orientação E-W cinemática dextral e as zonas de cisalhamento Margarida e Moça de orientação NW-SE de cinemática sinistral. Ressalta-se que esta última corresponde ao limite tectônico local entre o Terreno Alto Pajeú e o Terreno Pernambuco-Alagoas, fato que merece uma investigação mais profunda. Por fim, toda trama é cortada por uma complexa rede de falhas nas direções NW-SE e E-W, interpretadas como os principais representantes da deformação rúptil.

Os metagranitoides da Suíte Serra do Jatobá são divididos em dois grupos: i) aqueles com poucas evidências de deformação dúctil formando em sua maioria granodioritos leuco- a mesocráticos de granulação média a fina, incluindo o desenvolvimento de fenocristais de feldspato potássico e quartzo com 1 cm de comprimento; e, ii) metamonzogranitos que apresentam marcadores deformacionais progressivos registrados por camadas máficas espessas e bem desenvolvidas (< 2 cm) compostas por hornblenda e biotita intercaladas com bandas félsicas dominadas por quartzo e feldspato de granulação média.

Os plútons dessa suíte são alcali-cálcicos e apresentam características geoquímica de magmas magnesianos e ferrosos, tipicamente associados àqueles da série Cordilheira. A combinação de dados geoquímicos e isotópicos de elementos-traço indica uma fonte heterogênea, envolvendo rochas basálticas de alto K e depósitos metassedimentares, que são interpretados como de ambiente de subducção. Em diagramas discriminantes para ambiente tectônico, os metagranitoides plotam entre os campos das rochas geradas em arcos vulcânicos e *sin*-colisionais.

Os isótopos de Nd revelam o retrabalhamento de uma fonte pré-existente, incluindo também o envolvimento da litosfera continental juvenil, que é típico para várias associações presentes nas porções central e sul da Província Borborema. Por fim, conclui-se que a Suíte Serra do Jatobá corresponde a uma geração crustal inicial (*ca.* 1000 Ma), que faz parte do arco primitivo do Cariris Velhos que difere da maioria das rochas plutônicas tonianas descritas para o evento Cariris Velhos possuem idades entre 960 Ma e 920 Ma.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B., Fuck, R. A. (1981). Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Science Reviews*, 18, 1-29. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(81\)90003-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(81)90003-9)
- Brasilino, R. G., Morais, D. M. F. (2020). *Geologia e recursos minerais da folha Mirandiba SC.24-X-A-I: escala 1:100.000, estado de Pernambuco*. Recife: CPRM (Programa Geologia do Brasil). Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21294>. Acessado em: 12 out. 2023.
- Brito Neves, B. B., Fuck, R. A., Pimentel, M. M. (2014). The Brasiliano collage in South America: a review. *Brazilian Journal of Geology*, 44, 493-518. <https://doi.org/10.5327/Z2317-4889201400030010>
- Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Fuck, R. A., Santos, L. C. M. L. (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., Campos Neto, M. C., Van Schmus, W. R., Santos, E. J. (1995). O Evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 25, p. 279-296. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1995279296>
- Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Schmus, W. R. Q. (2000). Tectonic history of the Borborema Province, northeastern Brazil. *Tectonic Evolution of South America. 31st International Geological Congress*, Special Publication, 151-182. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235451608_Tectonic_history_of_the_Borborema_Province_northeastern_Brazil. Acessado em: 08 ago. 2023.
- Brito Neves B. B., Van Schmus W. R., Fetter A. H. (2002). North-western Africa - North-eastern Brazil. Major tectonic links and correlation problems. *Journal of African Earth Sciences*, 34(3-4), 275-278. [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(02\)00025-8](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(02)00025-8)
- Brito Neves, B. B., Silva Filho, A. F. (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>
- Brito, M. F. L., Marinho, M. S. (2017). Geologia e recursos minerais da folha Salgueiro SC.24-V-B-III: escala 1:100.000, estado de Pernambuco. Recife: CPRM (Programa Geologia do Brasil). Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17660>. Acessado em: 08 ago. 2023.
- Burrough, P. A., McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford, Oxford University Press.
- Caxito, F. A., Santos, L. C. M. L., Ganade, C. E., Bendaoud, A., Fettous, E., 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). <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). <https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190082>

Cawood, P. A., Kroner, 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. Disponível em: <http://sp.lyellcollection.org/>. Acessado em: 15 ago. 2023.

Cruz, R. F., Pimentel, M. M., Accioly, A. C. A. (2014). Provenance of metasedimentary rocks of the Western Pernambuco-Alagoas Domain: Contribution to understand the crustal evolution of southern Borborema Province. *Journal of South American Earth Sciences*, 56, 54-67. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.06.011>

Dickson, B. L., Scott, K. M. (1997). Interpretation of aerial gamma-ray surveys – adding the geochemical factors. *AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics*, 17(2), 187-200. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265644072_Interpretation_of_aerial_gamma-ray_surveys_-_adding_the_geochemical_factors. Acessado em: 08 ago. 2023.

Ferreira, V. P., Sial, A. N., McCreath, I. (2005). Preface to the special issue of *Lithos* on isotopes in igneous petrogenesis. *Lithos*, 82(3-4), 7-9. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2005.01.004>

Ferreira, V. P. (1988). *Petrologia e geoquímica de rochas peralcalinas do Cinturão de Dobramentos Cachoeirinha-Salgueiro, Nordeste do Brasil*. Dissertação (Mestrado). Recife: Universidade Federal de Pernambuco.

Garnade de Araújo, C. E., Weinberg, R. F., Cordani, U. G. (2014). 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>

Guimarães, I. P., Van Schmus, W. R., Brito Neves, B. B., Bittar, S. M. B., 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. (1995). *Principles of Terrane Analysis: New Applications for the Global Tectonics* (2nd ed.). London: Chapman & Hall. (Topics in the Earth Sciences, 8, 235).

Kozuch, M. (2003). Isotopic and trace element geochemistry of Early Neoproterozoic gneissic and metavolcanic rocks in the Cariris Velhos Orogen of the Borborema Province, Brazil, and their bearing tectonic setting. Tese (Doutorado). Lawrence: Universidade de Kansas.

Medeiros, V. C., Medeiros, W. E., Jardim de Sá, E. F. (2011). Utilização de imagens aerogamaespectrométricas, Landsat ETM+E aeromagnéticas no estudo do arcabouço crustal da porção central do domínio da Zona Transversal, Província Borborema, NE do Brasil. *Revista Brasileira de Geofísica*, 29(10), 83-97. <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2011000100006>

Neves, S. P., Tommasi, A., Vauchez, A., Carrino, T. A. (2021). The Borborema Strike-Slip Shear Zone System (NE Brazil): Large-Scale Intracontinental Strain Localization in a

Heterogeneous Plate. *Lithosphere*, (Special 6), 6407232. <https://doi.org/10.2113/2021/6407232>

Neves, S. P., Teixeira, C. M. L., Silva, V., Bruguier, O. (2022). Protracted (>60 Myrs) thermal evolution of a Neoproterozoic metasedimentary sequence from eastern Borborema Province (NE Brazil): Thermal and rheological implications for orogenic development. *Precambrian Research*, 377, 106709. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2022.106709>

Oliveira, A. L. S., Santos, L. C. M. L., Tedeschi, M., Queiroga, G., Viegas, G., Cawood, P. A. (2023). On the crustal framework of the central Alto Pajeú Terrane (Borborema Province, NE Brazil): Geophysical and structural data constrain late Neoproterozoic transpression in Western Gondwana. *Tectonophysics*, 854, 229811. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229811>

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

Pereira, L. C. L., Santos, L. C. M. L., Carrino, T. A. (2019). The role of airborne geophysics in the investigation of gold occurrences in the Itapetim Region, Borborema Province, Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 49(3), e20190028. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201920190028>

Rivers, T. (2020). The Grenvillian Orogeny and Rodinia. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12506-0>

Sales, A. O., Santos, E. J., Lima, E. S., Santos, L. C. M. L., Brito Neves, B. B. (2011). Evolução petrogenética e tectônica do Evento Cariris Velhos na região de Afogados da Ingazeira (PE), Terreno Alto Pageú, Província Borborema. *Geologia USP. Série Científica*, 11, 101-121. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2011000200006>

Santos, E. J. (1995). *O Complexo Granítico Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borborema*. Tese (Doutorado). São Paulo: Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.44.1995.tde-28102015-094036>

Santos, E. J. (1999). *Belém do São Francisco, Folha SC.24-X-A*, Escala 1:250.000. Esta dos de Pernambuco, Alagoas e Bahia. Recife: CPRM (Programa Geologia do Brasil). Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21294>. Acessado em: 12 out. 2023.

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*, 29, 73-84. <https://doi.org/10.25249/03757536.1999297384>

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

Santos, L. C. M. L., Caxito, F. A., Bouyo, M. H., Ouadahi, S., Araïbia, K., Lages, G. A., Santos, G. L., Pitombeira, J. P. A., Cawood, P. A. (2023a). Relics of ophiolite-bearing accretionary wedges in NE Brazil and NW Africa: connecting threads of western

Gondwana's ocean during Neoproterozoic times. *Geosystems and Geoenvironment*, 10014. <https://doi.org/10.1016/j.geogeo.2022.100148>

Santos, L. C. M. L., Dantas, E. L., Cawood, P. A., Lages, G., Lima, H. M., Santos, E. J., Caxito, F. A. (2019). Early to late Neoproterozoic subduction-accretion episodes in the Cariris Velhos Belt of the Borborema Province, Brazil: Insights from isotope and whole-rock geochemical data of supracrustal and granitic rocks. *Journal of South American Earth Sciences*, 96, 102384. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102384>

Santos, L. C. M. L., Oliveira, R. G., Lages, G. A., Dantas, E. L., Caxito, F., Cawood, P. A., Fuck, R. A., Lima, H. M., Santos, G. L., Araújo Neto, J. F. (2021). Evidence for Neoproterozoic terrane accretion in the central Borborema Province, West Gondwana deduced by isotopic and geophysical data compilation. *International Geology Review*, 64, 1574 -1593. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1944332>

Santos, L. C. M. L., Oliveira, R. G., Medeiros, W. E., Lages, G. A., Dantas, E. L., Cawood, P. A., Santos, G. L., Araújo Neto, J. F., Lima, H. M., Paixão, M. S. (2023b). Combined Nd isotope systematics and geophysical data constrain the crustal evolution of the disrupted Alto Moxotó Terrane, Borborema Province, Brazil. *Tectonophysics*, 848, 229716. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229716>.

Santos, L. C. M. L., Santos, E. J., Dantas, E. L., Lima, H. M. (2012). Análise estrutural e metamórfica da região de Sucuru (Paraíba): implicações sobre a evolução do Terreno Alto Moxotó, Província Borborema. *Geologia USP. Série Científica*, 12(3), 5-20. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2012000300001>

Santos, L. C. M. L., Viegas, L. G. F. (2021). Explorando as relações entre zonas de cisalhamento e granitos: dados de campo e microestruturais em estudos de caso contrastantes da Província Borborema, (NE do Brasil). *Geologia USP. Série Científica*, 21(2), 3-18. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v21-180579>

Sial, A. N., Ferreira, V. P. (2016). Magma associations 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>

Sisson, T., Ratajeski, K., Hankins, W., Glazner, A., 2005. Voluminous granitic magmas from common basaltic sources. *Contrib. Mineral Petrol.* **148**, 635–661. <https://doi.org/10.1007/s00410-004-0632-9>.

Sun, S. S., McDonough, W. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in Ocean Basins*, vol. 42. Geological Society of London, Special Publication, pp. 313–345. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.1>.

Van Schmus, W. R., Brito Neves, B. B., Williams, I. S., Hackspacher, P.C., Fetter, A.H., Dantas, E.L., Babinski, M., 2003. The Seridó group of NE Brazil, a late neoproterozoic pre- to syn-collisional basin in West Gondwana: Insights from SHRIMP U-Pb detrital zircon ages and Sm-Nd crustal residence (TDM) ages. *Precambrian Res.* 127, 287–327. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(03\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(03)00197-9).

Van Schmus, W.R., Kozuch, M., Brito Neves, B.B., 2011. Precambrian history of the Zona transversal of the Borborema province, NE Brazil: insights from Sm/Nd and U/Pb

geochronology. J. S. Am. Earth Sci. 31 (2–3), 227–252. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.010>.

Van Schmus, W.R., Oliveira, E., Silva Filho, A.F., Toteu, F., Penaye, J., Guimaraes, ~ I., 2008. Proterozoic links between the Borborema province, NE Brazil, and the central African Fold belt. Geol. Soc. Spec. Publ. 294 (1), 66–69. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.010>.

Vaucher, A., Neves, S.P., Caby, R., Corsini, M., Egydio-Silva, M., Arthaud, M., Amaro, V., 1995. The Borborema shear zone system, NE Brazil. J. S. Am. Earth Sci. 8 (3–4), 247–266. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(95\)00012-5](https://doi.org/10.1016/0895-9811(95)00012-5).

ANEXO A - COMPROVANTE DE ACEITE DO ARTIGO CIENTÍFICO II

Decision on submission to Journal of South American Earth Sciences - mariana.spaixao@ufpe.br - E-mail de Universidade Federal de Pernambuco

Q Pesquisar no e-mail

13 de 1.563

Decision on submission to Journal of South American Earth Sciences Externa Caixa de entrada x

 **Journal of South American Earth Sciences** <em@editorialmanager.com> para mim 20 de fev. de 2024, 13:30 (há 7 dias)

 Traduzir para o português X

Manuscript Number: SAMES-D-24-00029R1

Geochemical and isotopic evidence for early Neoproterozoic (ca. 1000Ma) subduction-related magmatism in the central Borborema Province, Brazil

Dear Ms. Paixão,

Thank you for submitting your manuscript to Journal of South American Earth Sciences.

I am pleased to inform you that your manuscript has been accepted for publication.

My comments, and any reviewer comments, are below.

Your accepted manuscript will now be transferred to our production department. We will create a proof which you will be asked to check, and you will also be asked to complete a number of online forms required for publication. If we need additional information from you during the production process, we will contact you directly.

Open Access: In accordance with Funding Body requirements, Elsevier does offer alternative open access publishing options. Visit <https://www.elsevier.com/journals/cretaceous-research/0195-6671/open-access-options> for full information.

We appreciate you submitting your manuscript to Journal of South American Earth Sciences and hope you will consider us again for future submissions.