



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

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

¹Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Geologia, Avenida da Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, CEP: 50740-550, Recife, PE, BR (mariana.spaixao@ufpe.br; lauro.lsantos@ufpe.br; ferreira.araujo2@ufpe.br)

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

Resumo

Este estudo integrou dados de satélite (ASTER GDEM), imagens aerogeofísicas (gamaespectrometria e magnetometria), mapas geológicos da bibliografia e investigação de campo com o objetivo de refinar o conhecimento geológico acerca da região da Serra do Jatobá, Terreno Alto Pajeú da Província Borborema. Esse terreno é de particular interesse para o estudo dessa província neoproterozoica, pois é constituído por rochas desenvolvidas no intervalo de 1000 a 920 Ma, relacionado ao evento Cariris Velhos. Foram mapeadas seis unidades geológicas, as quais apresentaram contrastes geofísicos, sobretudo no mapa de composição ternária (RGB), assim como rochas ortoderivadas, que afloram de forma local (Complexo Cabrobó); paraderivadas, formadas por xistos; calcissilicáticas 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). Essas unidades apresentam disposições principais NW-SE e E-W em resposta ao desenvolvimento de estruturas transcorrentes denominadas zonas de cisalhamento Quixabeira, Margarida e Moça, que obliteram estruturas prévias desenvolvidas por tectônica de empurrão, como 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. Esse conjunto é cortado por fraturas e falhas de direção NW-SE e E-W, que marcam a transição dútil-ruptil 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 (Cabrobó Complex), paraderived rocks formed by schists, calcisilicate 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. These 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.

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 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, 2021).

Cinturões orogênicos ditos acrecionários são aqueles caracterizados pela aglutinação de fragmentos litosféricos de origens distintas, denominados como 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, de Camarões e Togo (Van Schmus et al., 2008; Santos et al., 2008, 2022, 2023a; Caxito et al., 2020a). A combinação destes dados com análise estrutural em escalas meso e microscópicas, 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 para o aprimoramento de modelos geológicos 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 nessa área foram mapeadas na escala 1:100.000 por Brasilino e Morais (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 detalhados de mapeamento geológico nos terrenos que compõem a porção central da

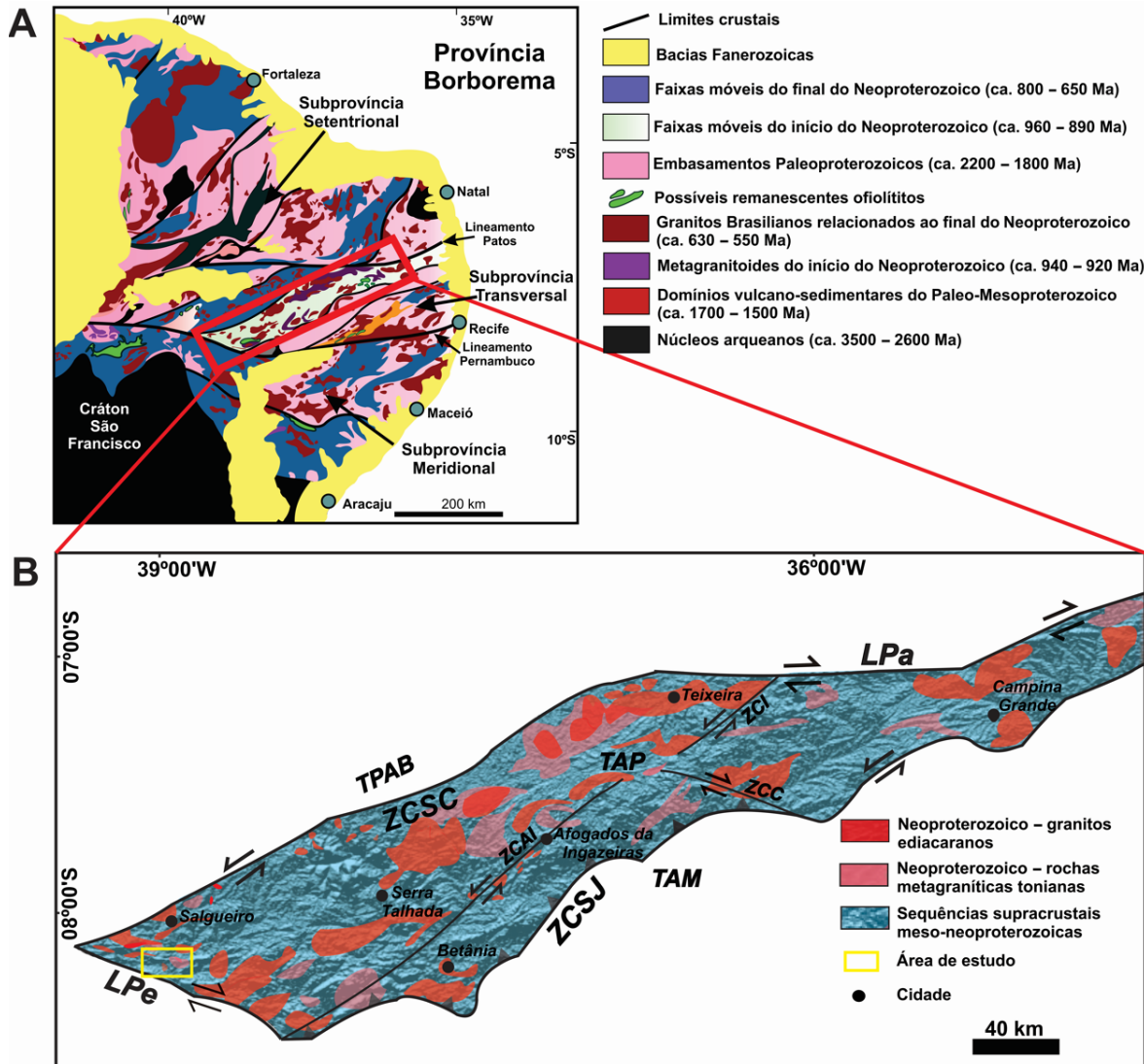
Província Borborema, como o do Alto Pajeú, reconhece-se a necessidade de explorar melhor o arcabouço crustal de forma local, bem como compreender a geometria e a cinemática das estruturas presentes. Com o objetivo de refinar o conhecimento geológico dessa porção da província, este trabalho se propôs 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.

CONTEXTO GEOLÓGICO

A Província Borborema foi definida por Almeida et al. (1981) como um cinturão orogênico que ocupa a maior parte do Nordeste brasileiro, desenvolvido durante o evento Brasileiro, entre 650 e 500 Ma (Brito Neves et al., 2014 e referências ali contidas). Representa um dos vários orógenos neoproterozoicos que se formaram por meio de esforços compressivos de 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 1A; Van Schmus et al., 1995, 2011; Santos e Medeiros, 1999). A Subprovíncia Transversal é caracterizada por uma série de terrenos ou domínios dispostos numa 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 1B) da Subprovíncia Transversal, um domínio ainda pouco entendido em termos de evolução crustal, sendo composto por sequências de rochas metassedimentares e metavulcânicas e suítes de rochas metaplutônicas de protólito com composição intermediária à 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 paragnaisses e biotita-muscovita xistos e anfibolitos 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



TAP: Terreno Alto Pajeú; TAM: Terreno Alto Moxotó; TPAB: Terreno Piancó-Alto Brígida; 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 Ingazeira; ZCC: zona de cisalhamento Coxixola; ZCI: zona de cisalhamento Itapetim.

Figura 1. (A) Mapa geológico da Província Borborema, modificado de Santos et al. (2023a); (B) Esboço litológico simplificado de parte do Terreno Alto Pajeú.

Pajeú, são descritas ainda rochas metavulcânicas e meta-vulcanoclásticas, 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).

MÉTODOS

A etapa inicial da pesquisa consistiu em consulta e análise dos mapas geológicos regionais, bem como em relatórios associados, principalmente aqueles contidos em Santos

(1999) e Brasilino e Morais (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 por meio de 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 (E-W, NW-SE, N-S, NE-SW; Burrough e McDonnell, 1998). 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), por meio das empresas LASA Engenharia e Prospecções S.A. e Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. A aquisição desses dados por aerolevantamento se deu numa 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 m 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 (*cf.*, Dickson e Scott, 1997).

Os dados magnéticos foram gridados pelo método bidirecional, com tamanho de célula de 125 m, utilizando-se 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-se a rede de Schmidt Lambert, e as amostras coletadas usadas na confecção de seções delgadas. A integração desses dados resultou no mapa geológico apresentado para a área em questão.

RESULTADOS

Sensoriamento remoto

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

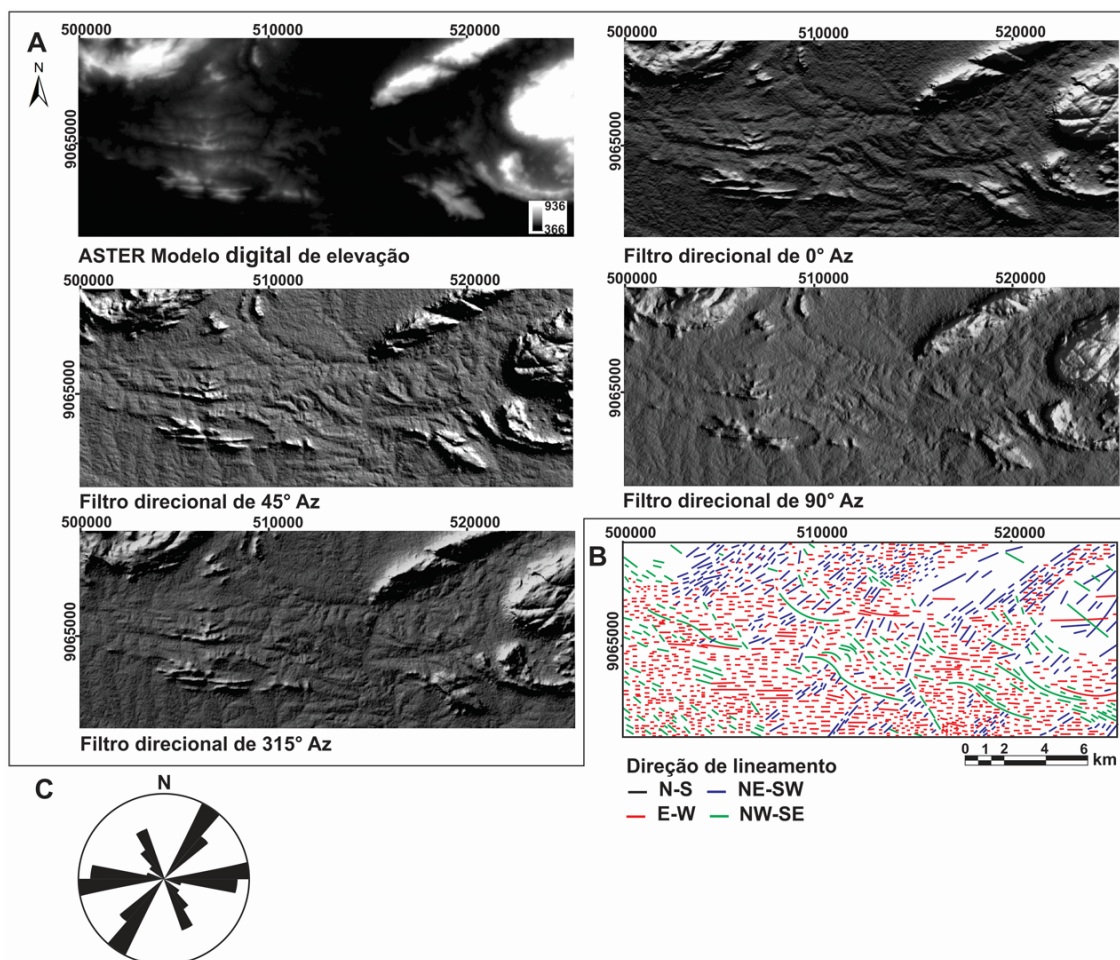


Figura 2. (A) Resultados da técnica de filtro direcional aplicada ao modelo digital de elevação ASTER GDEM; (B) interpretação dos lineamentos da área de estudo baseado no filtro de direção de 0°Az; (C) diagrama de roseta com as principais estruturas.

comprimento médio de 98,3 m. As estruturas identificadas no *trend* NW-SE constituem 12% e possuem comprimento médio de 153,3 m (Figura 2B). Como ilustra o diagrama de roseta (Figura 2C), as principais estruturas na área de estudo possuem tendência E-W e NE-SW essencialmente orientadas com direções de 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.

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 3B e 3C).

Na região nordeste da área, altos valores dos três radioelementos são demonstrados no mapa de composição ternária RGB na Figura 3D. Nove domínios litogeofísicos foram interpretados de acordo com as concentrações de K, eTh e eU apresentadas na Figura 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 com o anterior, possui baixo valor de eTh e médios valores de K e eU. O domínio 7 apresenta médio valor de K e altos valores de eTh e eU. Já o domínio 6 possui valores intermediários nos três radioelementos.

Dados aeromagnetométricos

Com auxílio dos mapas magnetométricos de campo magnético anômalo (Figura 4A) e primeira derivada em Z do campo magnético, foi possível traçar as principais estruturas magnéticas presentes na área (Figura 4B). As anomalias magnéticas mais expressivas estão associadas ao *trend* principal de direção E-W, com algumas inflexões para NE-SW (Figura 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.

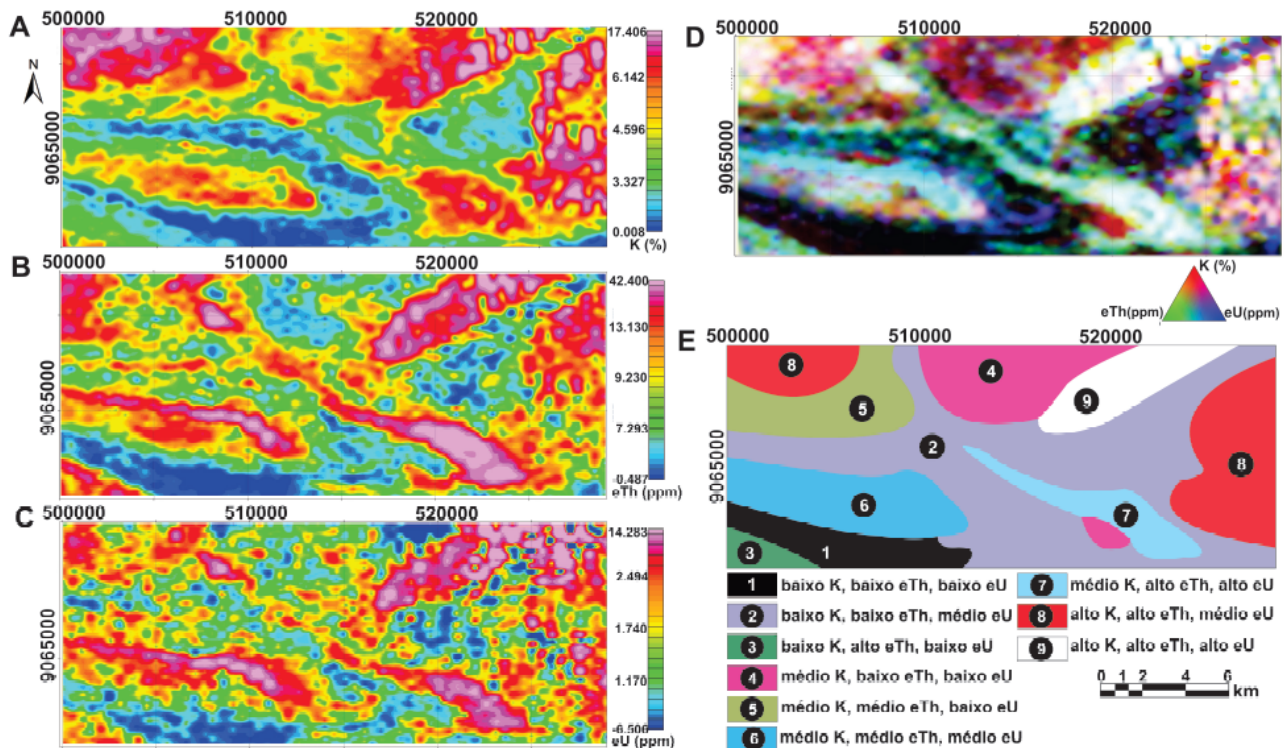


Figura 3. Mapas gamaespectrométricos: (A) de K; (B) Th equivalente; (C) U equivalente; (D) mapa de composição ternária RGB; (E) mapa litogeofísico apresentando os nove domínios definidos e respectivas classificações.

Unidades mapeadas

Em campo, foram mapeadas seis unidades com base na distribuição geográfica e nos litotipos que ocorrem associados (Figura 5). A unidade 1 engloba ortognaisses 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 dessa 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 mais detalhe não pôde ser observado em função das dificuldades de acesso. Também na porção sudoeste, ocorrem rochas associadas à 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 e que apresentam foliação sinuosa, exibindo estruturas crenuladas (Figura 6A), além de intercalações com rochas calcissilicáticas, que ocorrem de forma descontínua ao longo da sequência, principalmente formando blocos menores e matacões (Figuras 6B). Estas últimas apresentam mineralogia relativamente simples, dominada por massa irregular de diopsídio, hornblenda, quartzo, plagioclásio, escapolita, granada e titanita. Os xistos apresentam textura lepidoblástica bem desenvolvida, na qual as lamelas de filossilicatos ocorrem dobradas quando em contato com porfiroblastos de granada, interpretados como de origem *sin*-cinemática.

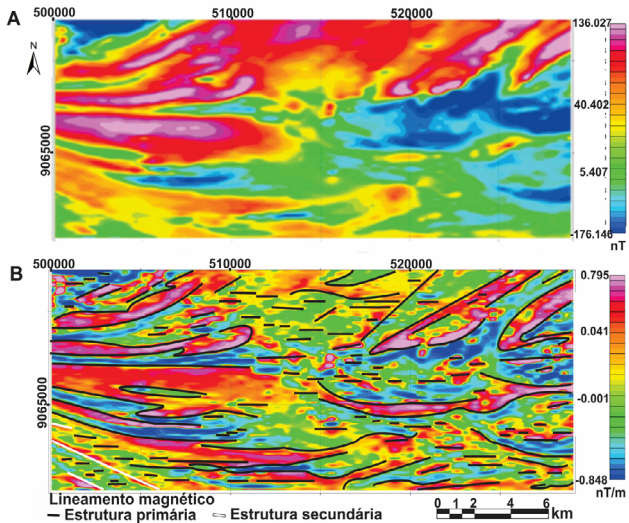


Figura 4. Mapas aeromagnetométricos: (A) campo magnético anômalo (CMA); (B) primeira derivada em Z do campo magnético (DZ) com principais lineamentos magnéticos.

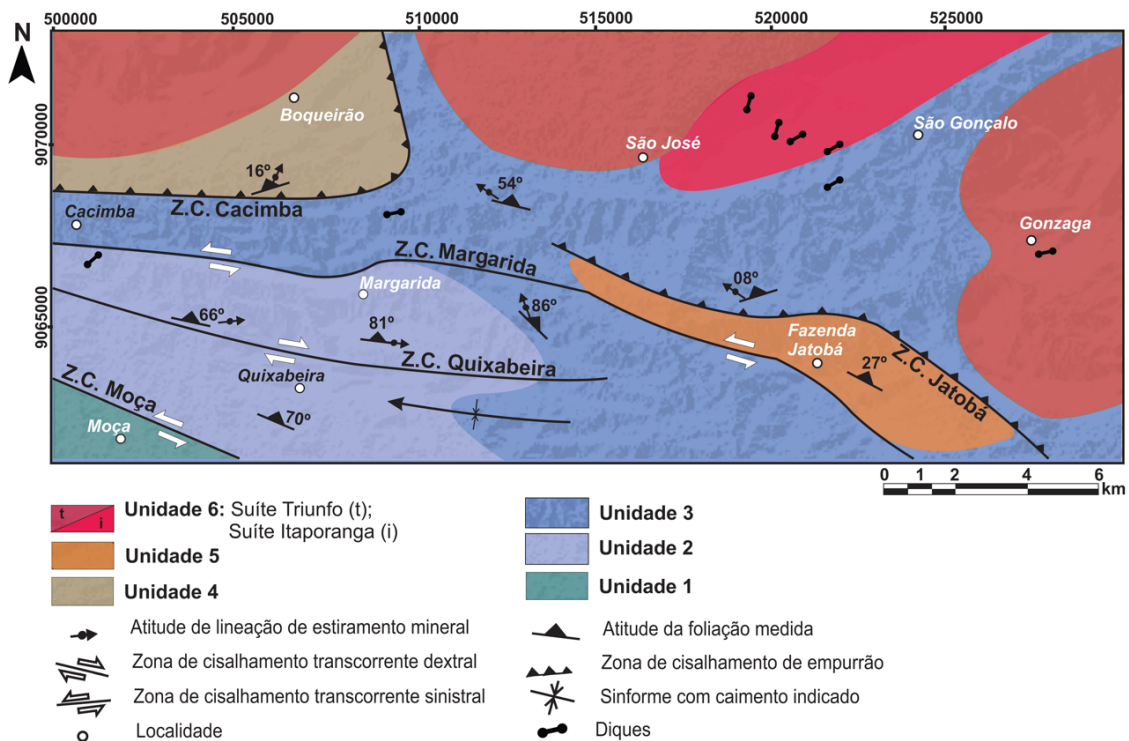


Figura 5. Mapa geológico da região do entorno da Serra do Jatobá.

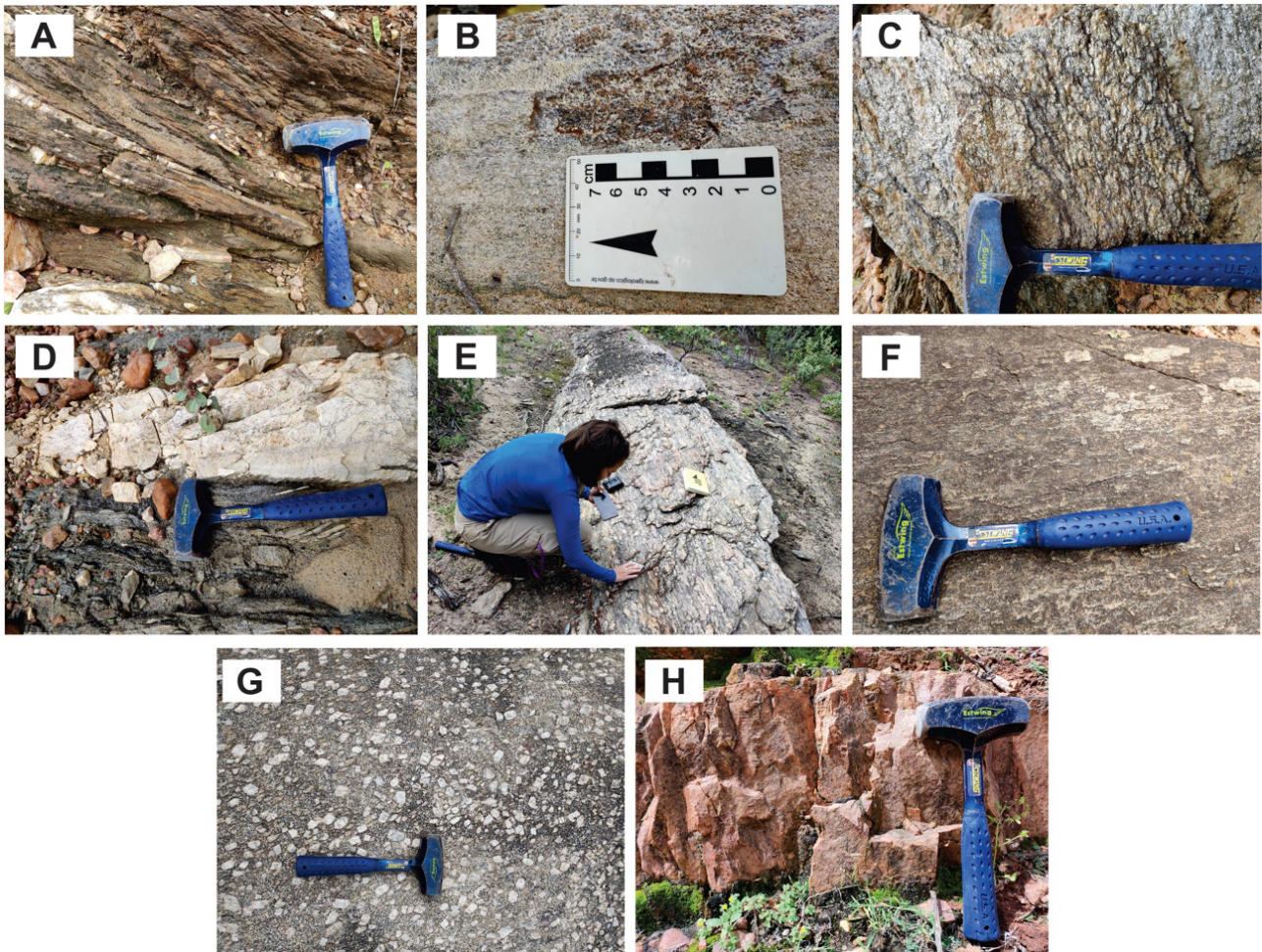


Figura 6. (A) Afloramento de xisto com lentes/camadas de quartzito sendo cortado por veios pegmatíticos do Complexo Lagoa das Contendas; (B) rocha calcissilicática com bandamento incipiente e concentrações de clinopiroxênio e titanita do Complexo Lagoa das Contendas; (C) biotita-muscovita xisto do Complexo São Caetano; (D) lente de quartzito concordante com a xistossidade e foliação milonítica de biotita-muscovita xisto; (E) *augen* gnaiss milonitizado de coloração acinzentada 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.

Em contraste, as rochas calcissilicáticas possuem bandas granonematoblásticas 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 à biotita-muscovita xistos com ou sem porfiroblastos de granada (Figura 6C), bem como quartzitos, que ocorrem como lentes concordantes com a foliação regional (Figura 6D). Os xistos apresentam muscovita, quartzo, biotita, plagioclásio, granada, titanita, turmalina e minerais opacos como principais fases presentes. Exibem uma foliação em que os filosilicatos 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 coloração cinza-amarelada e são constituídos por camadas ricas em quartzo intensamente recristalizado, níveis ricos em muscovita com dimensão milimétrica, que por vezes exibem pequenas concentrações de diminutos cristais de granada e turmalina. Em alguns afloramentos, os quartzitos podem ocorrer com coloração de 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 6E). Os metamonzogranitos apresentam granulação de média a grossa e em sua mineralogia incluem-se quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, biotita e hornblenda. A textura principal dessas 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 inequi-granular dos minerais nos membros menos deformados.

A unidade 5 ocorre na porção sudeste da área, composta por metagranitoides de composição granodiorítica (Figura 6F), que apresentam pouca ou nenhuma evidência de deformação dúctil e gradam localmente para *augen* gnaisses e protomilonitos. Os metagranodioritos variam de leucocráticos a mesocráticos, são equi- a inequi-granulares e apresentam porfiroclastos de feldspato, que denotam variado grau de deformação. Essas 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 recristalizadas, 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 divididas com base em feições de campo e petrográficas em duas suítes: Itaporanga, a nordeste (Figura 6G) e Triunfo, que ocupa as porções noroeste, nordeste e sudeste (Figura 6H). A Suíte Itaporanga apresenta monzogranitos mesocráticos, inequi-granulares e com granulação média a grossa. Já a Suíte Triunfo é composta por sienogranitos leucocráticos com granulação de 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 pertítica.

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 inseridos numa matriz de granulação média.

Análise estrutural

Durante o mapeamento geológico da área, foram identificadas três fases deformacionais nomeadas aqui como D_1 , D_2

e D_3 , 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 (S_1) de baixo ângulo ($\sim 15^\circ$) 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. Essas 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 7A) principalmente na porção sudeste. Em planos paralelos à 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 7B e 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 essa 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, relacionada a milonitos com foliações subverticais desenvolvidas sobre xistos com foliação de médio a alto ângulo ($> 65^\circ$; Figura 7D) e ortognaisses que gradam para milonitos e protomilonitos quando associados à 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-epidoto, 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 naqueles observados em escala mesoscópica, indicam movimentação horária para essa estrutura (Figura 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 7F), microdobramentos assimétricos, enquanto nas rochas ortoderivadas são porfiroclastos do tipo σ de ortoclásio. Por fim, toda esta trama é cortada por estruturas relacionadas

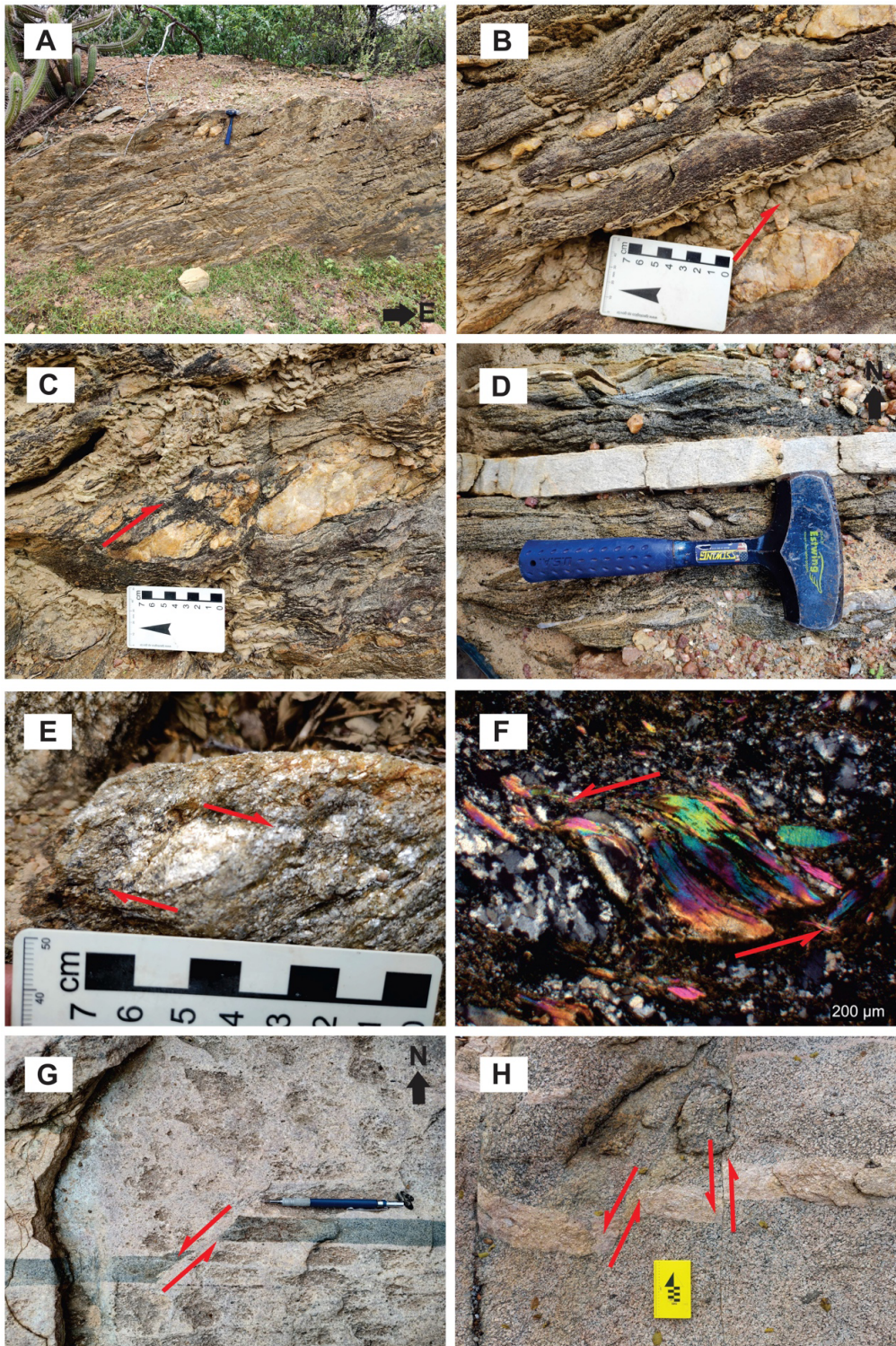


Figura 7. (A) Afloramento de biotita-muscovita xisto do Complexo São Caetano, afetado pela tectônica de empurrão; (B) critério cinemático da Zona de Cisalhamento Jatobá evidenciado por sigmoide contracional do tipo σ ; (C) critério cinemático evidenciado por sigmoide do tipo σ na porção noroeste da área; (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.

à fase D₃, que representa um evento de caráter transtraccional rúptil-dúctil. Nessa 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 7G e 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.

DISCUSSÃO

Com base na integração dos dados geofísicos com aqueles obtidos por trabalho de campo, foram mapeadas seis unidades geológicas distintas. Os gnáisses 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 idade de cristalização encontra-se 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 às descritas para o Complexo Lagoa das Contendas (e.g., Santos et al., 2010; Oliveira et al., 2023), correlacionáveis aos domínios gamaespectrométricos 1 e 6. Essa unidade é descrita genericamente como sequência supracrustal, que agrupa paragnaisses, xistos, quartzitos e rochas calcissilicáticas e 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 paragnaisses e xistos, metagrauvascas, 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 na faixa de 806 a 860 Ma (Guimarães et al., 2012; Santos et al., 2019).

Os metamonzogranitos e ortognaisses da unidade 4 podem ser correlacionados ao domínio gamaespectrométrico 5 e interpretados como parte da Suíte Recanto-Riacho do Forno, descritas regionalmente como muscovita ortognaisses monzograníticos porfiroclásticos, sienograníticos e álcali feldspato graníticos e migmatitos peraluminosos, com idades 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 é constituída por metagranodioritos descritos na porção sudeste, que correspondem geofisicamente ao domínio gamaespectrométrico 7, é definida neste trabalho como *Stock* Serra do Jatobá, que apresenta características meso e microscópicas correlacionáveis à Suíte Intrusiva Cariris Velhos *sensu stricto* de Santos (1995), que é composta por metagranitoides, ortognaisses 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 divididos em duas suítes: Itaporanga e Triunfo. A Suíte Itaporanga concentra-se a nordeste da área e pode ser correlacionada ao domínio gamaespectrométrico 9, enquanto a Suíte Triunfo aflora nas porções noroeste, nordeste e sudeste da área e correlaciona-se aos domínios 4 e 8. Essas rochas correspondem à manifestação magmática do ciclo orogênico brasileiro na região. A Suíte Itaporanga apresenta idades de cristalização 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 et al., 2001; Ferreira et al., 2005).

De acordo com Sial e Ferreira (2016) e referências ali contidas, rochas da Suíte Itaporanga estão regionalmente associadas a episódios contracionais no interior da zona transversal e envolvem eventos de consumo de crosta oceânica, enquanto rochas da Suíte Triunfo estariam associadas a fases de sin a pós-transcorrência, sendo correlacionadas a uma fase de estabilização de possível arco magmático, produzindo rochas potássicas e com fortes evidências de contaminação crustal (Brito Neves et al., 2016).

De acordo com 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 à 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 por Brasilino e Moraes (2020), provavelmente por 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 relacionada a milonitos subverticais, com intensa evidência de deformação não coaxial provocada pelo regime transcorrente brasileiro, comum em toda a 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 a

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 dessa 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 à trama estrutural geral definida para essa porção da Província Borborema (Brito Neves et al., 2000). Ressalta-se que a zona de cisalhamento Moça marca o limite do Terreno Alto Pajeú e do 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 8, a qual apresenta um modelo 3D para a área de estudo. Por fim, ressalta-se que, com o avanço das pesquisas nessa região, essas 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.

CONCLUSÕES

Foram mapeadas seis unidades geológicas, que coincidem de forma satisfatória com os domínios gamaespectrométricos marcados qualitativamente: Complexo Cabrobó (ortognaisses e migmatitos ortoderivados), 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 porfiríticos) 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 à lineação de estiramento de alta obliquidade. Estes estão associados às 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 à lineação *up-dip* verticalizada, são indicativos de transporte tectônico para SSE.

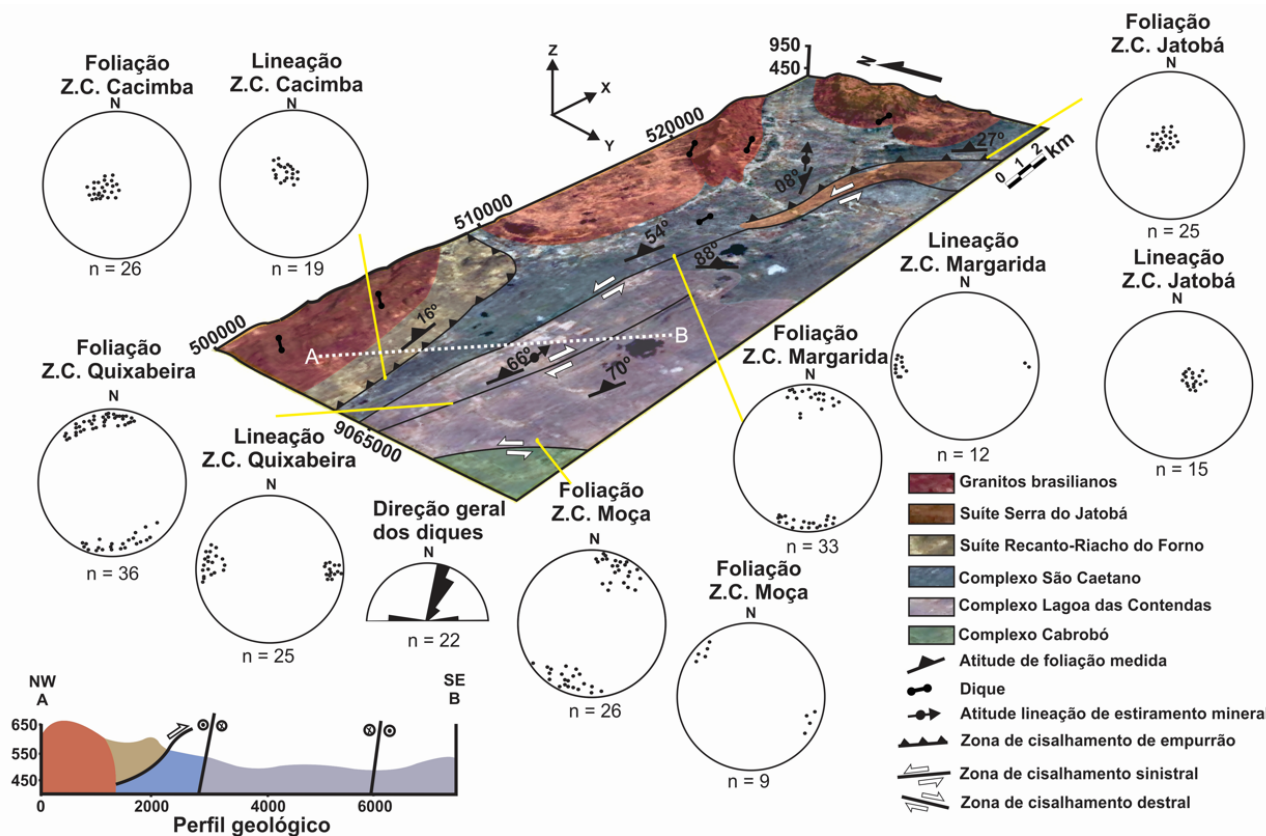


Figura 8. Figura esquemática em 3D do entorno da Serra do Jatobá mostrando a distribuição das principais estruturas e litotipos mapeados neste trabalho. Eixos: z (altitude — metros); x (longitude); y (latitude).

Já a fase D_2 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 investigação mais profunda. Por fim, toda a trama é cortada por uma complexa rede de falhas nas direções NW-SE e E-W, interpretadas como principais representantes da deformação rúptil (D_3).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Pernambuco pelo apoio institucional e pela 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, por meio da Fundação de Amparo à Ciência do Estado de Pernambuco (FACEPE); ao INCT-Estudos tectônicos pelo suporte financeiro também importante para realização desta pesquisa; e ao Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) por cordialmente ceder os dados de gamaespectrometria e magnetometria para fins de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B., Fuck, R. A. (1981). Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Science Reviews*, 17(1-2), 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>. Acesso em: 12 out. 2023.
- 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>. Acesso em: 8 ago. 2023.
- 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*, 25(4), 279-296. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1995279296>
- 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. *Brazilian Journal of Geology*, 46(4), 491-508. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201620160004>
- 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*, 151-182. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235451608_Tectonic_history_of_the_Borborema_Province_northeastern_Brazil. Acesso em: 08 ago. 2023.
- 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 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)
- 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(Part 1), 245-265. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2014.09.022>
- 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. <https://doi.org/10.1144/SP318.1>
- 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), e20190122. <https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190122>
- Caxito, F. A., Santos, L. C. M. L., Uhlein, A., Dantas, E. L., Alkmim, A. R., Lana, C. (2020b). New U-Pb (SHRIMP) and first Hf isotope constraints on the Tonian (1000-920 Ma) Cariris Velhos event, Borborema Province, NE Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 50(2), e20190082. <https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190082>
- 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), 187-199. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265644072_Interpretation_of_aerial_gamma-ray_surveys_-_adding_the_geochemical_factors. Acesso em: 8 ago. 2023.
- 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*, 82(3-4), vii-ix. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2005.01.004>
- Ganade 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.). Londres: 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*, 43(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(1), 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., 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>
- 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*, 2021(6), 6407232. <https://doi.org/10.2113/2021/6407232>
- 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. (2021). The Grenvillian Orogeny and Rodinia. In: *Encyclopedia of Geology*, p. 187-201. <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(2), 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*. Estados de Pernambuco, Alagoas e Bahia. Recife: CPRM (Programa Geologia do Brasil). Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/8471>. Acesso 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 of South America Earth Science*, 29(1), 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*, 2(3), 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. (2022). Evidence for Neoproterozoic terrane accretion in the central Borborema Province, West Gondwana deduced by isotopic and geophysical data compilation. *International Geology Review*, 64(11), 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 Pharusian 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(3-4), 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(2-3), 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>

Vauchez, 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)