

**REAValiação GEOCRONOLÓGICA DO ANATEXITO SUCURU, PARAÍBA:
CONTRIBUIÇÃO PARA A RECONSTRUÇÃO GEOLÓGICA DO TERRENO ALTO
MOXOTÓ, PROVÍNCIA BORBOREMA, ENTRE 2,6 E 2,0 Ga**

Mariana Sousa da Paixão¹

Lauro Cézar Montefalco de Lira Santos¹

Haroldo Monteiro Lima¹

Glenda Lira Santos¹

José Ferreira de Araújo Neto¹

10.51359/1980-8208/estudosgeologicos.v31n2p43-63

¹Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife – PE - Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, 50740-550, Recife PE. (mariana.spaixao@ufpe.br; Autor correspondente).

RESUMO

O Terreno Alto Moxotó corresponde ao bloco crustal que melhor preserva a história arqueana e paleoproterozoica da porção central da Província Borborema, NE do Brasil. Metatexitos e diatexitos compõem uma porção considerável do seu embasamento, mas ainda são pouco conhecidos do ponto de vista geocronológico e genético. O Anatexito Sucuru ocorre na porção central do terreno, tendo sido descrito anteriormente na literatura como o registro de magmatismo sideriano (ca. 2,44 Ga), incomum na região. Neste trabalho, são revistos os dados geocronológicos publicados a partir de uma amostra de neossoma de composição álcali-feldspato granítica e são apresentadas interpretações sobre quatro grupos de zircão com características morfológicas e isotópicas distintas. O primeiro grupo corresponde a cristais euédricos a subédricos com núcleos de outros cristais herdados, apresentando as idades mais antigas da amostra, em torno de ca. 2,6 Ga. Essa idade é compatível com núcleos arqueanos recentemente descritos de forma pontual no terreno. Em contrapartida, os grupos 2 e 3 apresentam características similares, porém divergem em tamanho, relação axial e respostas geocronológicas, apresentando idades discórdia em torno de 2,5 e 2,4 Ga, respectivamente. Estas idades são interpretadas como o resultado de processos de fusão parcial local, não representando um evento tectônico significativo. Por fim, o quarto grupo é composto por cristais de zircão elípticos, ovóides ou arredondados com ausência de zoneamento oscilatório e razão Th/U compatível com metamorfismo. Estes apresentam idades em torno de 2,0 Ga, que é compatível com pico metamórfico recentemente descrito para o final da orogênese riaciano-orosiriana descrita no embasamento da Subprovíncia Transversal.

Palavras-chave: Terreno Alto Moxotó, Geocronologia U-Pb em zircão, Província Borborema

ABSTRACT

The Alto Moxotó Terrane corresponds to a crustal block that best preserves the Archean and Paleoproterozoic in the central Borborema Province, Northeastern Brazil. Metatexites and diatexites make up a considerable portion of the terrane basement, however they lack geochronological data. The Sucuru Anatexite occurs in the central portion of this Terrane and was previously described in the literature as relics of an unusual Siderian magmatism (ca. 2.44 Ga). In this paper, we revised geochronological data published from an alkali-feldspathic neosome sample and presented interpretations of four groups of zircon crystals with distinct morphologic and isotopic characteristics. The first group consists of euhedral to subhedral crystals with inherited cores from previous grains, displaying the oldest ages described with ca. 2.6 Ga. Such age corresponds to Archean nuclei recently described punctually in this Terrane. On the other hand, groups 2 and 3 present similar characteristics, although different in size, axial relationships, and geochronological responses, providing discordant ages around 2.5 to 2.4 Ga, respectively. Such ages are interpreted as local processes of partial melting, which does not compose a meaningful tectonic event. At last, the fourth group is composed of elliptic, ovoid, or rounded zircon crystals with the absence of oscillatory zoning and Th/U ratios correlated with metamorphism. Such crystals display ages around 2.0 Ga, consistent with a metamorphic peak recently described to the end of Rhyacian-Orosirian orogeny that makes up Transversal Subprovince basement.

Keywords: Alto Moxotó Terrane, U-Pb zircon geochronology, Borborema Province

INTRODUÇÃO

Migmatitos são rochas de origem crustal normalmente formadas por processos de alta temperatura, representando ótimos marcadores de episódios de fusão parcial e retrabalhamento em terrenos pré-Cambrianos (e.g. Brown, 2002; Sawyer, 2008). Estes litotipos podem preservar relictos de episódios de deformação e metamorfismo em segmentos litosféricos complexos e polideformados, conhecidos amplamente na literatura como “Terrenos Gnáissicos de Alto Grau” (e.g. Passchier et al. 1993). A investigação de migmatitos é importante para entender a história antiga do planeta, por representar peças preservadas da litosfera continental. Entretanto, em função da sua

complexidade estrutural e petrológica, investigações de campo ou mesmo estudos petrográficos são insuficientes para remontar os eventos que atuaram na formação e reciclagem dessas rochas, sendo comumente complementadas por estudos geoquímicos e geocronológicos.

Amplamente difundido na literatura geológica, o zircão (ZrSiO_4) é um dos principais minerais acessórios em rochas ígneas, preservando-se também durante processos metamórficos de alto grau, sendo considerado o principal geocronômetro e geotermômetro para rochas crustais, pois além de ser relativamente comum, é passível de análises isotópicas via espectrometria de massa. Outra característica importante deste mineral é sua resistência físico-química, elevando-o ao *status* de “resistato” para

temperaturas anormalmente elevadas, permitindo datar com relativa precisão eventos magmáticos e metamórficos durante diferentes intervalos geológicos.

O Terreno Alto Moxotó é considerado por diversos autores (e.g. Brito Neves et al., 2001; Santos et al., 2012a; 2013) como um exemplo típico de terreno gnáissico de alto grau, que ocorre na parte central da Província Borborema. Apesar da necessidade de investigações mais detalhadas, os dados disponíveis dão conta que o arcabouço deste terreno é marcado por ampla exposição de gnaisses orto- e paraderivados, além de migmatitos, cuja evolução crustal concentra-se entre 2,60 e 1,97 Ga (Brito Neves et al., 2020 e referências ali contidas). Por outro lado, este terreno é também caracterizado por rara exposição de rochas neoproterozoicas, permitindo que se investigue em diversas escalas processos antigos que modelaram a crosta continental do NE do Brasil.

Este trabalho pretende reavaliar de forma detalhada os dados geocronológicos disponíveis do Anatexito Sucuru, corpo migmatítico que exhibe extensa exposição de neossomas em comparação com as rochas adjacentes. Neste estudo, são descritas características morfológicas de cristais de zircão obtidas em uma amostra de leucossoma quartzo-feldspático e confrontadas com dados U-Pb em zircão desta mesma amostra, previamente publicados por Santos et al. (2015). Desta forma, pretende-se calibrar melhor a história petrocronológica da região e contribuir para o entendimento da evolução crustal no Terreno Alto Moxotó.

CONTEXTO GEOLÓGICO

Geologia Regional

A Província Borborema foi originalmente definida por Almeida et al. (1981) como uma faixa móvel neoproterozoica que ocupa grande parte do nordeste brasileiro, tendo sido consolidada por meio de episódios convergentes relacionados a Orogenia Brasileira/Pan-africana entre 650 e 500 Ma (Fig. 1a; Brito Neves et al., 2000; Van Schmus et al., 2008). Seu arcabouço regional inclui núcleos arqueanos locais que preservam os fragmentos mais antigos da América do Sul (Dantas et al., 2013; Santos et al., 2020), que ocorrem ao longo de domínios do embasamento de idade predominantemente paleoproterozoica (ca. 2,2 – 2,0 Ga; e.g. Grandjean da Costa et al., 2018; Lima et al., 2019), além de vários terrenos compostos por rochas supracrustais de idade meso-neoproterozoica (ca. 1,0-0,6 Ga; Van Schmus et al., 2003; Santos et al., 2010, 2019; Lima et al., 2018). De forma abundante em praticamente toda província, ocorrem suítes graníticas interpretadas por alguns autores como remanescentes de raízes de arcos magmáticos ediacaranos (e.g. Brito Neves et al., 2016; Sial e Ferreira, 2016).

Com base no arranjo geométrico dos lineamentos Patos e Pernambuco de direção E-W, é proposta a subdivisão da Província Borborema em três subprovíncias com características geológicas específicas: setentrional, central/transversal e meridional (Fig. 1b; Van Schmus et al., 1995). A Subprovíncia Central é interpretada como um mosaico de terrenos orientados na direção NE-SW, limitados por zonas de cisalhamento de empurrão ou transcorrentes, que podem eventualmente apresentar assinaturas geofísicas típicas de estruturas profundas (Oliveira e Medeiros, 2018; Santos et al., 2021). De acordo com

Santos (1996) e Santos e Medeiros (1999), os blocos de direção NE-SW são agrupados nos terrenos São Pedro, Piancó-Alto Brígida, Alto Pajeú, Alto Moxotó e Rio Capibaribe (Fig. 1c). O Terreno Alto Moxotó é particularmente distinto dos terrenos adjacentes, pois

apresenta rochas de alto grau metamórfico como migmatitos, granulitos e retroeclogitos paleoproterozoicos (Beurlen et al., 1992; Almeida et al., 2009; Santos et al., 2015).

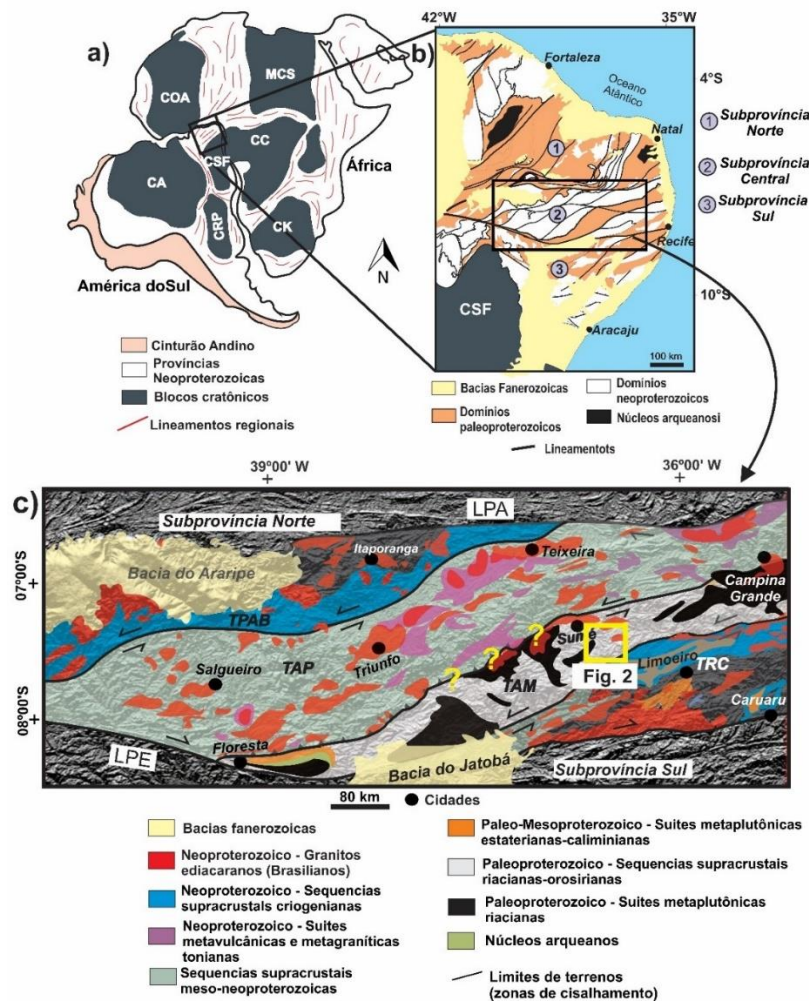


Figura 1 – a) Reconstrução pré-*drift* entre América do Sul e África exibindo a posição original da Província Borborema; b) Subdivisões tectônicas da Província Borborema com base em Van Schmus et al. (1995); c) Principais terrenos da Subprovíncia Transversal com as principais unidades e estruturas discriminadas plotados sobre imagem de satélite SRTM. Crátons: CA – Amazônico, CAO = Oeste Africano, CSF = São Francisco, CC = Congo, MCS = Sahara, CRP = Rio de La Plata, CK = Kalahari. Lineamentos: LPA = Patos, LPE = Pernambuco. Terrenos: TPAB = Piancó-Alto Brígida, TAP = Alto Pajeú, TAM = Alto Moxotó, TRC = Rio Capibaribe.

Geologia Local

A região de Sucuru está localizada na porção central do Terreno Alto Moxotó. Esta área é dominada por rochas paleoproterozoicas submetidas ao pico metamórfico em fácies granulito, conforme descreveram originalmente Medeiros e Torres (2000). Parte das unidades aflorantes eram agrupadas como Complexo Sumé, de suposta idade Ediacarana (ca. 650 Ma; Silva *et al.*, 2002). Entretanto, dados U-Pb em zircão apresentados por Santos e Santos (2019), indicam que parte deste complexo seria na verdade paleoproterozoico (ca. 1,97 Ga).

A área de estudo (Fig. 2) é afetada por tectônica de empurrão, que coloca em contato paragneisses granadíferos e xistos migmatizados do Complexo Sertânia (ca. 2,0 Ga) em contato com rochas metaplutônicas do embasamento, incluindo ortogneisses, ortogneisses migmatizados e migmatitos dobrados ou *schlieren*, cuja idade do protólito obtida por Santos *et al.* (2015) é sideriana (ca. 2,44 Ga). Rochas intrusivas no embasamento perfazem composições que incluem metagabros, metaperidotitos, metadunitos, granulitos e anfibolitos da Suíte Carmo (ca. 2,1-2,0 Ga), além de *sheets* de ortogneisses de composição tonalítica a granodiorítica da Suíte Pedra d'Água (ca. 2,0 Ga). A última unidade paleoproterozoica da área corresponde a Suíte Serra da Barra (metasienitos e sienogranitos) de idade estateriana (1,6 Ga). Diversas zonas de cisalhamento cortam estas unidades nas direções N-S e E-W sendo discriminadas como transcorrentes, dobrando ou transpondo a tectônica de empurrão previamente descrita para área, como observa Santos *et al.* (2012). Por fim, as unidades mais jovens são de idade

cambriana (ca. 540-520 Ma), incluindo granitos brasileiros e diques que ocorrem à norte do distrito de Sucuru alojados na crosta em uma fase pós-transcorrente (Guimarães *et al.*, 2004).

As rochas descritas como parte do Anatexito Sucuru afloram 2,5 km ao sudoeste do Sítio Mandacaru (Fig. 2). Correspondem principalmente a metatexitos com variáveis graus de deformação, cujos padrões migmatíticos originais são transpostos por tectônica posterior. Predominam membros estromáticos com intercalações entre bandas máficas, cuja composição corresponde à metadioritos e bandas félsicas de composições tonalítica, granítica e álcali-feldspato granítica. Essas estruturas apresentam dobramento sinuoso da foliação, típico de membros gnáissicos de alto grau metamórfico (Fig. 3a e 3b). Leucossomas dobrados incluem padrões complexos que envolvem desde estruturas fechadas a isoclinais (Fig. 3c), dobras do tipo *kink* em padrões típicos de *chevron*, ou mesmo dobras ptigmáticas com flancos estirados ou rompidos.

Em alguns casos, essas rochas exibem claramente segregações entre os restitos e os neossomas formados por fusão parcial *in-situ* (NE-SW, Fig. 3d) até regiões onde a segregação paleossoma-neossoma é completamente definida, sendo representada por injeções de veios e diques aplíticos de neossomas eventualmente assimilados de forma parcial pelo melanossoma (Fig. 3e). Membros diatexiticos exibem quantidades consideráveis de neossoma em detrimento ao paleossoma/restitos, sendo caracterizados por produtos leuco- a hololeucocráticos de granulação média a grossa, de onde foi extraída a amostra para datação investigada neste estudo. Essa rocha foi classificada

originalmente como de composição álcali-feldspato granítica, cuja mineralogia corresponde a quartzo (40%), microclina (30%), plagioclásio do tipo oligoclásio-andesina (25%) enquanto apatita, titanita, muscovita e zircão perfazem menos de 5% da

composição da rocha. A trama geral exibe texturas do tipo *flaser*, representando a única evidência de deformação no estado sólido observada no neossoma estudado.

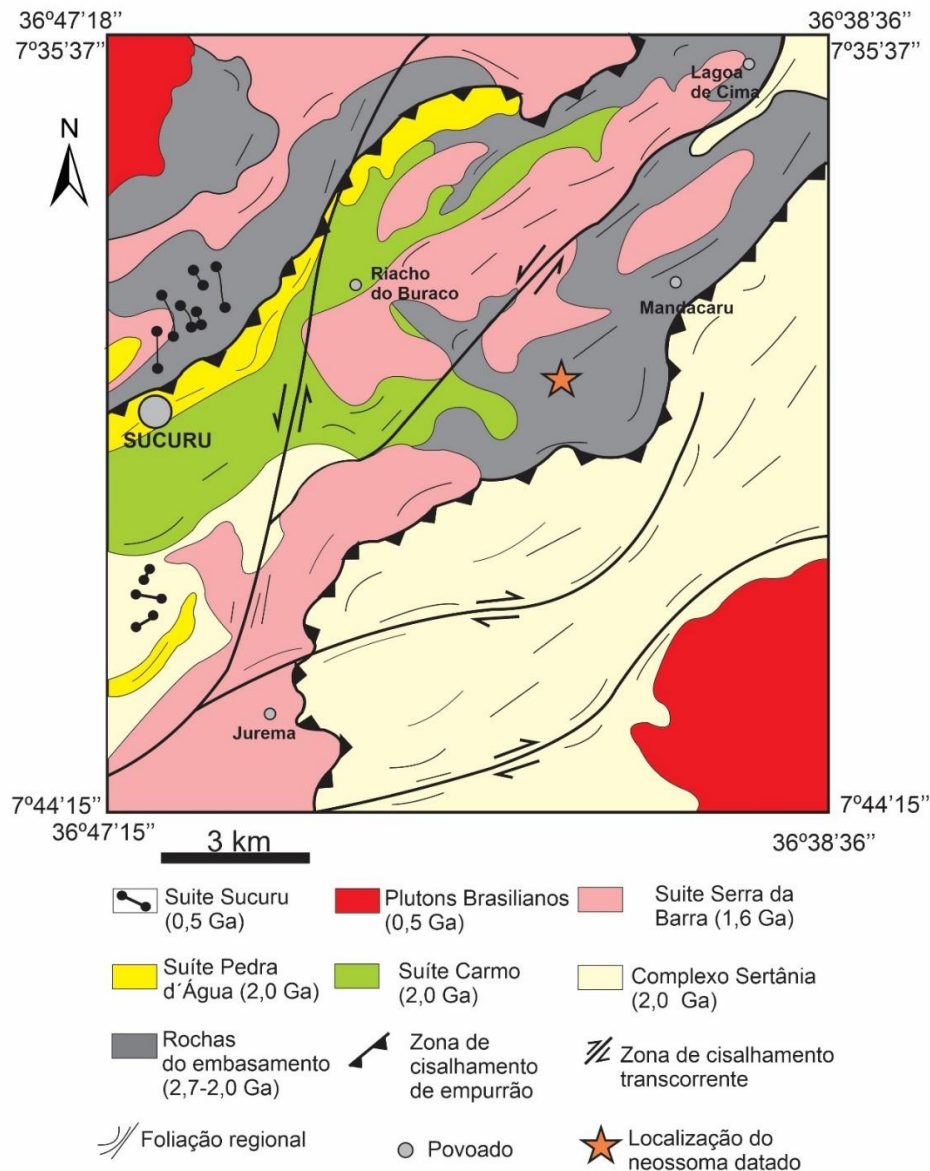


Figura 2 – Mapa geológico simplificado da região de Sucuru, Paraíba, exibindo a localização do Anatexito Sucuru.

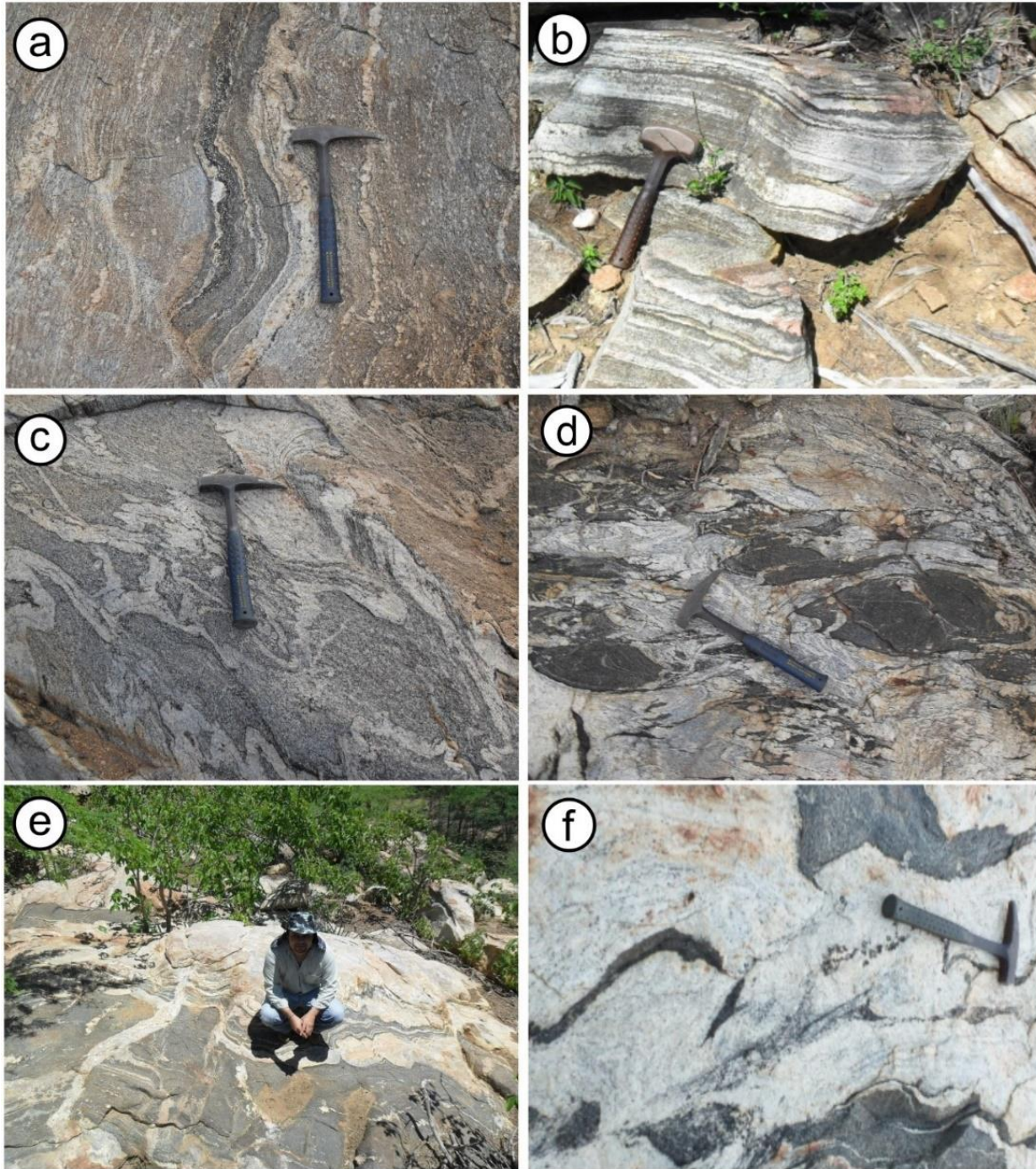


Figura 3 – Aspectos de campo do Anatexito Sucuru. a) estrutura estromática em ortogneisse de composição predominantemente tonalítica; b) foliação gnáissica dobrada exibindo clara segregação entre materiais composicionalmente distintos; c) paleossoma migmatítico dobrado exibindo padrões de planos axiais desarmônicos; d) migmatitos exibindo total segregação entre restitos máficos e arranjo caótico entre paleossomas e leucossomas de composição intermediária; e) contato sinuoso entre leucossoma de composição sienogranítica com injeções de veios em paleossoma metadiorítico; f) neossoma datado por Santos *et al.* (2015) exibindo intercalações irregulares com restitos de composição metadiorítica a anfibolítica

METODOLOGIA

Os cristais de zircão apresentados nesta pesquisa foram extraídos da amostra LS-64, descrita como neossoma álcali-feldspato granítico do Anatexito Sucuru por Santos et al. (2015). Esses cristais foram avaliados morfológicamente por meio de Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), tendo suas razões isotópicas obtidas a partir de espectrômetro de massa no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. Os resultados analíticos encontram-se reproduzidos na Tabela 1.

Os cristais foram extraídos por técnicas convencionais, incluindo fragmentação da amostra para a obtenção de material com diâmetro sistematicamente menor. Após esta etapa, o material restante foi submetido a processos de separação magnética e gravimétrica, e os cristais de zircão remanescentes foram separados por meio de catação manual utilizando lupa binocular. Os cristais selecionados foram colados em resina *epoxy* para aquisição das razões isotópicas por *Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (LA-ICP-MS) no equipamento *Thermo Finnigan Neptune Multi Collector ICPMS*. Para este estudo, a normalização dos resultados foi feita com os padrões GJ-1 (Jackson et al., 2004) e 91500 (Wiedenbeck et al., 2004). A redução dos dados seguiu os procedimentos estabelecidos por Bührn et al. (2009) e Matteini et al. (2009), sendo devidamente tratados no *Software Isoplot*, versão 4.1 (Ludwig, 2012), buscando evitar spots com altas concentrações de Pb comum.

RESULTADOS

Buscando melhor acurácia, na presente investigação foram considerados os cristais que possuem maior concordância, ou que melhor se ajustam às discórdias calculadas dentre aqueles apresentados originalmente por Santos et al. (2015). Com base nas características morfológicas dos cristais estudados, bem como em suas razões isotópicas e distribuição nos diagramas, quatro grupos foram separados e interpretados como eventos geológicos distintos.

O primeiro grupo corresponde a cristais que possuem comprimento de eixo maior de aproximadamente 100 μm e razão axial 1:3, além de possuírem razões Th/U entre 0,4 e 0,9. Estes cristais são complexos do ponto de vista de morfologia interna, porém externamente predominam hábitos euédricos, correspondendo, em sua maioria, a prismas biterminados. Apresentam zoneamento oscilatório bem definido e bordas de recristalização espessa, além de padrões de fraturamento de pequeno porte concentrados nos núcleos dos grãos. Outros aspectos importantes incluem o domínio de texturas esponjosas e aspecto límpido das regiões de borda e a presença constante de núcleos herdados.

Análises geocronológicas realizadas nesses núcleos herdados (tiros concentrados nas regiões dos núcleos) revelam razões isotópicas que correspondem às idades mais antigas obtidas dentre os quatros grupos selecionados. Os cristais de zircão apresentaram idades para a razão $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ entre 2,5 e 2,6 Ga, que plotados no diagrama Concórdia, resultaram em uma idade de intercepto superior calculada de $2631 \pm 58 \text{ Ma}$

(MSWD = 4,3). Em contrapartida, a idade de intercepto inferior possui erro elevado, tornando incoerente sua interpretação à luz dos eventos estudados.

O segundo grupo possui características morfológicas e cristalográficas similares, porém apresentam valores de seu eixo maior entre 120 e 140 μm e razão axial mais elevada, atingindo até razões 1:4. Por serem cristais mais alongados, as relações possíveis entre os planos e os eixos principais são (110 e 101). São euédricos a subédricos, com padrão de zoneamento oscilatório irregular ou perturbado, correspondendo majoritariamente a prismas multifacetados com bordas de recristalização límpidas. São pouco fraturados se comparados com o primeiro grupo e apresentam razão Th/U inferior ao primeiro grupo (entre 0,1 e 0,3), além de ausência total de núcleos herdados. Tal fato pode explicar as idades discretamente mais jovens que o primeiro grupo, calculadas a partir da razão $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, as quais se concentram no intervalo entre 2,4 e 2,5 Ga. A idade calculada plotada no diagrama Concórdia obtida de intercepto superior foi de 2507 ± 31 Ma (MSWD = 2,6), com intercepto inferior projetado para 0 ± 50 Ma.

Em contrapartida, o terceiro grupo corresponde a grãos subédricos a anédricos, com algum arredondamento podendo ser especulativamente classificados como combinações de prismas com pirâmides pobremente desenvolvidas. São cristais com metade do tamanho dos grupos anteriores (50-60 μm) e razão axial de 1:2. Diferente dos outros grupos, estes cristais apresentam inúmeras inclusões de *melts* ou outras fases não identificáveis e são intensamente fraturados; características

típicas de zircões alterados por processos pós-cristalização, o que explicaria o desenvolvimento de fraturas, inclusive, em suas bordas recristalizadas. Apresentam zoneamento fracamente desenvolvido e razões Th/U entre 0,1 e 0,5, além de valores de concordância baixos se comparados aos grupos anteriores 84 e 95%.

As idades calculadas para as razões $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ desses cristais giram na faixa de 2,4 Ga e apesar da ausência de grãos concordantes, estes dados plotam ao longo da linha discórdia no intercepto superior em 2435 ± 55 Ma (MSWD = 3,5), o que, em função do erro, é considerada uma idade relativamente próxima do grupo 2, apesar das características morfológicas diferentes.

Por fim, o quarto grupo é caracterizado por cristais com morfologia completamente distinta dos anteriores. Esses cristais possuem formas elípticas a arredondadas, sendo cristais límpidos e com ausência de zoneamento oscilatório. Possuem dimensões que não ultrapassam 60 μm e razões axiais de 1:2 ou 1:1, com pouco ou nenhuma evidência de recristalização de suas bordas, bem como fraturas ou inclusões de outros minerais/*melts*, bem como a presença de núcleos herdados. Esses cristais possuem razões Th/U muito baixas se comparadas com os demais grupos (inferiores a 0,01), além de possuir idades calculadas para razões dos isótopos $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ entre 1,9 e 2,0 Ga. A concordância considerada baixa (entre 70 e 90%), o que resultou em uma discórdia que cruza a Concórdia em torno de 2040 ± 63 Ma (MSWD = 4,3), enquanto o intercepto inferior foi calculado para 448 ± 200 Ma, descartado do ponto de vista interpretativo em função do elevado erro.

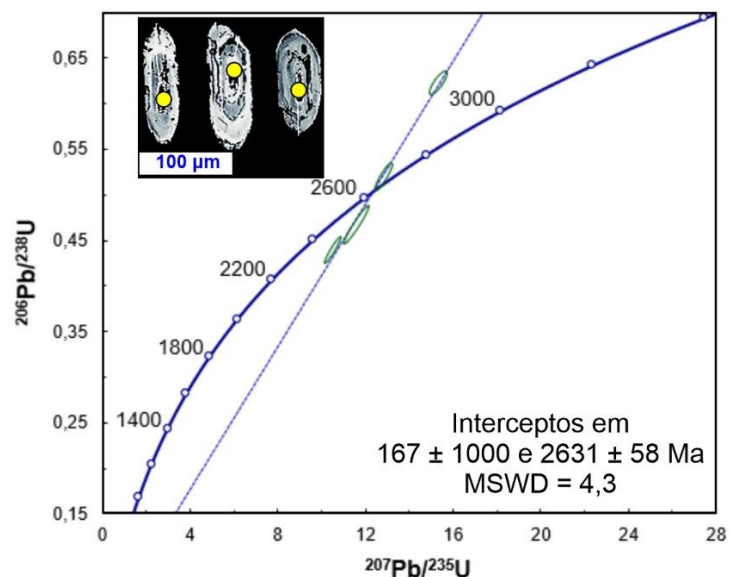


Figura 4 – Diagrama Concórdia para o primeiro grupo de cristais de zircão, onde predominam grãos euédricos com núcleos herdados. Os círculos amarelos representam a localização dos *spots*, sendo também os mesmos símbolos apresentados nas figuras 5, 6 e 7.

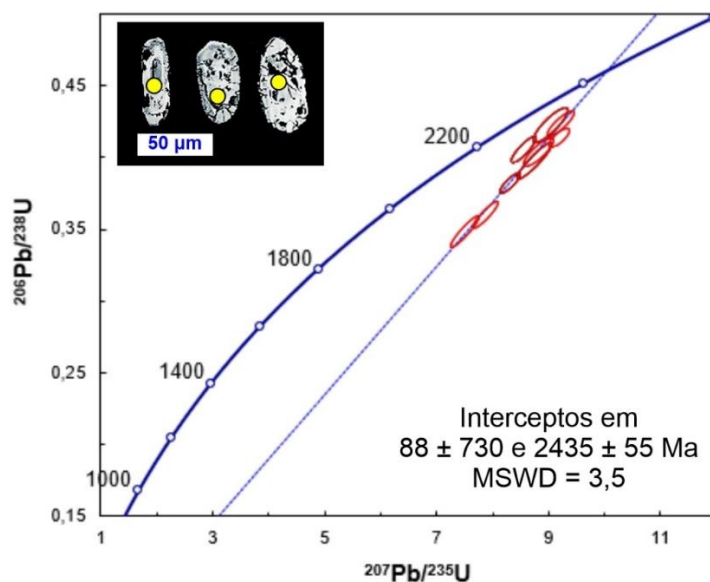


Figura 5 – Diagrama Concórdia para o segundo grupo de cristais de zircão, onde predominam grãos euédricos a subédricos com ausência de núcleos herdados.

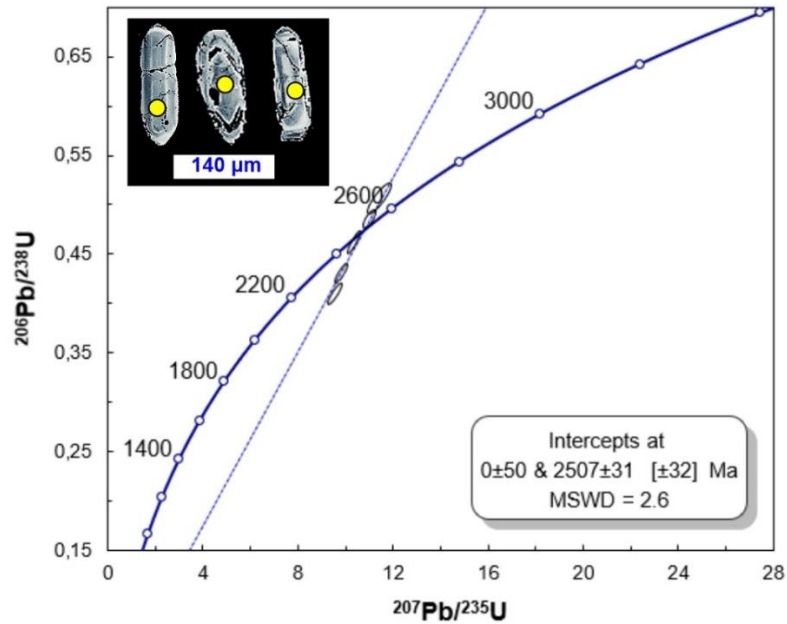


Figura 6 – Diagrama Concórdia para o terceiro grupo de cristais de zircão, onde predominam grãos subédricos fraturados e com diversas inclusões de outros minerais ou *melts*.

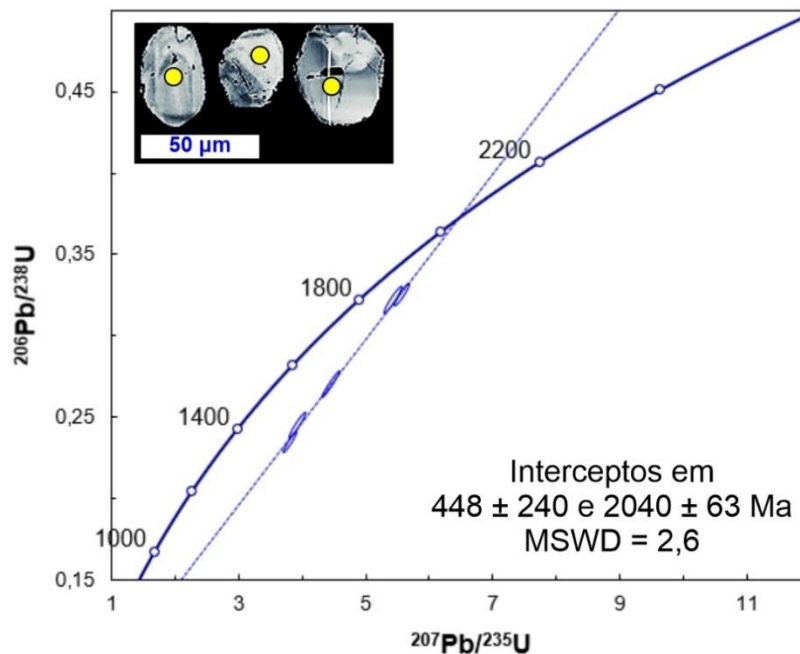


Figura 7 - Diagrama Concórdia para o quarto grupo de cristais de zircão, onde predominam grãos de forma elíptica ou completamente arredondada.

DISCUSSÕES

A avaliação da morfologia de cristais de zircão combinada com análises isotópicas U-Pb por LA-ICP-MS é largamente conhecida como um versátil procedimento para a investigação de episódios que operaram na litosfera continental, incluindo aqueles relacionados com terrenos gnáissicos de alto grau (e.g. Taylor et al., 2016). A identificação de texturas e estruturas específicas são fundamentais para a compreensão da natureza do ambiente geológico da formação do zircão, visto que estas refletem as condições petrogenéticas da rocha fonte, tais como a variabilidade química do magma, grau metamórfico, deformação e interações fluido-rocha (Pupin, 1980; Benizek e Finger, 1993). Exemplos incluem grãos com a presença de bordas neoformadas envoltas por núcleos antigos que refletem recristalização durante metamorfismo, enquanto domínios de morfologia homogênea e zoneamento oscilatório bem desenvolvido são normalmente interpretados como características de zircões de origem magmática (Corfu et al., 2003).

O presente trabalho permitiu revisitar os dados geocronológicos disponíveis do Anatexito Sucuru, previamente apresentados por Santos et al. (2015). Este conjunto de rochas ocorre entre rochas do embasamento do Terreno Alto Moxotó, que tem sido interpretado como um possível fragmento exótico dentro da Província Borborema, cujos períodos de crescimento crustal são predominantemente paleoproterozoicos (Brito Neves et al., 2020 e referências ali contidas). Recentemente, Santos et al.

(2017) descreveram a Suíte Riacho das Lajes na região de Floresta (PE), extremo oeste do terreno, cuja idade e cristalização dos TTGs estão em torno de 2,6 Ga, representando a unidade mais antiga descrita neste terreno até o presente momento. De forma comparativa, é possível correlacionar que os núcleos herdados presentes no primeiro grupo de zircões aqui apresentado como registro de produção magmática neoarqueana, apesar de rochas desta idade ainda não terem sido descritas na área de estudo, corroborando com o período de crescimento juvenil descrito para a Suíte Riacho das Lajes. Idades similares foram recentemente obtidas por Brito Neves et al. (2020) no mesmo terreno, o que sugere que este evento foi de fato importante na construção do arcabouço original da Subprovíncia Transversal.

Baseado no contexto geológico previamente estabelecido para o Terreno Alto Moxotó, Santos et al. (2015) sugeriram que a idade de 2,4 Ga dentro do Anatexito Sucuru corresponderia a idade de cristalização do seu protólito original. Entretanto, esta interpretação não condiz com as observações regionais recentes, que não descrevem eventos siderianos nesta porção da Província Borborema. Levando em consideração as razões Th/U correspondentes aos cristais de zircão dos grupos 2 e 3, de fato uma origem magmática pode ser considerada, mas a ausência de grãos concordantes bem como os interceptos superiores pautados em linhas discórdia em torno de 2,4 e 2,5 Ga, sugerem que na verdade, este período corresponde a eventos de perda de Pb, por meio de fusão parcial *in-situ* ou até mesmo por retrabalhamento

metamórfico ainda não descrito na região. Possíveis eventos de anatexia local, poderiam ser explicados por eventos de colapso orogênico pós subducção neoarqueana (e.g. Ueda et al., 2020). Considerando os erros dos diagramas apresentados, é possível ainda especular que os três grupos façam parte de um mesmo episódio tectono-metamórfico prolongado (margem acrecionária), não corroborando com episódios colisionais de duração curta, como os que compõem a Cadeia Alpino-Himalaiana (e.g. Kohn et al., 2014). Adicionalmente, os baixos valores de ancoragem (próximos de zero), observados nos cristais com idades em torno de 2,5 e 2,4 Ga, podem ser explicados por perda de Pb radiogênico recente (e.g. Spencer et al., 2015), característico de terrenos antigos rapidamente exumados.

É consenso na literatura que grande parte das unidades estudadas dentro do Terreno Alto Moxotó concentram-se no intervalo Riachão-Orosiriano, interpretado por Brito Neves et al. (1995, 2000) como um período de formação de arcos magmáticos típicos do embasamento da Província Borborema. Conforme descrevem diversos autores (Neves et al., 2015; Santos et al., 2015, 2017), nesta região predominam rochas associadas a episódios acrecionários em torno entre 2,18 e 2,15 Ga. A ausência de cristais desta idade sugere que ao menos em parte, unidades do embasamento do Terreno Alto Moxotó como o Anatexito Sucuru não foram afetadas diretamente por injeção de magmas durante episódios convergentes descritos no terreno. O grupo 4 de zircões estudados possui idades mais jovens, que se

concentram em 2,0 Ga. Estes grãos possuem formas elípticas a ovóides e, hábito cristalino, que é comumente interpretado como resultado da reabsorção diferencial por fluidos insaturados em Zr (Hoskin & Schaltegger, 2003) ou mesmo por processos severos de aumento de temperatura por metamorfismo, característicos das fácies anfibolito alto à granulito (Corfu et al., 2003). Outro aspecto marcante deste grupo são as razões Th/U caracteristicamente inferiores a 0,1, sugestivas de desenvolvimento de cristais durante o metamorfismo. Com base nessas informações, sugere-se que diferente dos outros grupos, o grupo 4 corresponde à minerais associados exclusivamente com reciclagem metamórfica.

De fato, Neves et al. (2015), Santos e Santos, (2019) e Santos et al. (2020) sugerem que entre 2,0 Ga e 1,97 Ga, ocorreu o último importante evento convergente dentro do Terreno Alto Moxotó, correspondente ao pico metamórfico relacionado a colisão continente-continente. Em contrapartida, Santos et al. (2020) sugerem que uma margem continental acrecionária poderia ter existido até o final do Orosiriano. Em todo caso, eventos de fusão parcial e retrabalhamento da paleomargem continental do Terreno Alto Moxotó promoveriam metamorfismo relacionado ao fim da Orogênese Riachão-Orosiriana, que também é descrito de forma similar em faixas móveis africanas, como em Camarões (evento Eburneano), contrapartida direta da Subprovíncia Transversal (e.g. Baratoux et al., 2011; Weber et al., 2016).

Em contraste com outros migmatitos descritos na Província Borborema, não foi observada a presença de zircões de idades cambrianas ou ediacaranas, o que é típico dos diatexitos que ocorrem em outros domínios relacionados a Orogênese Brasileira (Viegas et al., 2014). Conforme descrevem estes autores, as relações temporais entre migmatização e deformação são evidentes (entre 580-560 Ma). Apesar da concentração de corredores de cisalhamento na região de Sucuru, não é observada esta relação em feições de campo, o que pode explicar a ausência de idades jovens. Entretanto, não se descarta a possibilidade de que episódios de anatexia possam ter ocorrido durante diversos intervalos de idade e a aparente “ausência” de correlação entre o Anatexito Sucuru e aqueles descritos por Viegas et al. (2014), decorra de um problema de amostragem ou de ampliação regional das nossas hipóteses de trabalho. A possibilidade de remobilização no interior de zonas de cisalhamento mais antigas também é uma possibilidade que precisa ser considerada. Por fim, ressalta-se que a ausência de idades mais jovens fortalece, a princípio, a hipótese de parte do Terreno Alto Moxotó preservou-se como um bloco rígido durante o final do Neoproterozóico, corroborando com evidências geofísicas recentemente publicadas (Santos et al., 2017b; Oliveira e Medeiros, 2018).

CONCLUSÕES

Quatro grupos de zircão foram descritos e sua morfologia confrontada com resultados isotópicos disponíveis

em uma amostra do Anatexito Sucuru. O primeiro grupo corresponde a cristais caracteristicamente euédricos a subédricos com a presença de núcleos herdados, constituindo as idades mais antigas em torno de 2,6 Ga, correlacionadas com o primeiro registro de crescimento crustal do Terreno Alto Moxotó. Os grupos 2 e 3 apresentam características similares, mas com ausência de núcleos herdados, sugerindo tratar-se de resultados de eventos de fusão parcial local e registros de perda de chumbo por migmatização em 2,4 e 2,5 Ga. O grupo 4 é caracterizado por cristais com formas elípticas ou totalmente arredondados, com ausência de faces bem definidas, além de apresentarem características químicas condizentes com cristais gerados durante o metamorfismo, registrando assim episódios de colisão continental que marcam o fim do período convergente paleoproterozoico dentro do Terreno Alto Moxotó.

Agradecimentos

O presente trabalho é resultado do Projeto de Iniciação Científica (PIBIC), processo número 200115529 da estudante Mariana Sousa da Paixão. Apesar da dificuldade financeira para a condução da pesquisa, seguimos entusiasmados por apresentar esta pequena contribuição ao conhecimento da evolução crustal do Terreno Alto Moxotó. Os autores agradecem ao editor da revista Estudos Geológicos, Prof. Gorki Mariano, bem como as sugestões feitas pelos professores Fabrício Caxito e Gustavo Viegas, que melhoraram substancialmente a contribuição original. Agradecemos também ao Instituto

Nacional de Ciência e Tecnologia para Estudos Tectônicos (INCT-ET) pelo suporte, bem ao CNPq pela bolsa de

produtividade em pesquisa oferecida ao Prof. LCMLS.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., de Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: An introduction. *Earth Sci. Rev.*, v. 17, p. 1-29. DOI/10.1016/0012-8252(81)90003-9.
- Almeida, C.N. de, Guimarães, I. de P., Beurlen, H., Topitsch, W.M., Ferrer, D.M. de M., 2009. Evidências de metamorfismo de alta pressão na faixa de dobramentos Pajeú – Paraíba, Província Borborema, nordeste do Brasil: petrografia e química mineral de rochas metamáficas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 39, p. 421-434. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2009394421434>
- Baratoux L., Metelka V., Naba S., Jessel W.M., Gregorie M., Ganne J. 2011. Juvenile paleoproterozoic crust Evolution during the Eburnean orogeny (2.2-2.0 Ga), western Burkina Faso. *Precambrian Research*. v. 191(1-2), p. 8-45. <http://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.010>
- Benisek, A., Finger, F., 1993. Factors controlling the development of prism faces in granite zircons: a microprobe study. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 114, p. 441-451. <https://doi.org/10.1007/BF00321749>
- Beurlen, H., Da Silva Filho, A.F., Guimarães, I.P., Brito, S.B., 1992. Proterozoic c-type eclogites hosting unusual TiFe±Cr±Cu mineralization in northeastern Brazil. *Precambrian Research*, v. 58(1-4), p. 195-214. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(92\)90119-9](https://doi.org/10.1016/0301-9268(92)90119-9)
- Brito Neves, B.B., Santos, E.J., Schmus, W.R.Q., 2000. Tectonic history of the Borborema Province. In: Umberto Cordani; Edson José Milani; Antonio Thomaz Filho; Diogenes de Almeida Campos (Org.). *Tectonic Evolution of South America* Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, pp. 151-182. Special Publication.
- Brito Neves, B. B., Campos Neto, M. C., Schmus, W. R. V., Fernandes, T. M. G., Souza, S., 2001. O terreno alto Moxotó no leste da Paraíba (Maciço Caldas Brandão). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 31(2), p. 185-194.
- 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. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201620160004>
- Brown, M., 2002. Retrograde processes in migmatites and granulites revisited. *J. Metamorph. Geol.*, v. 40(1), p. 25-40. <https://doi.org/10.1046/j.0263-4929.2001.00362.x>

- 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 (L-C-ICPMS). *An. Acad. Bras. Cienc.*, v. 81, p. 99-114. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652009000100011>
- Corfu, F., Hanchar, J.M., Hoskin, P.W.O., Kinny, P., 2003. Atlas of zircon textures In: *Zircon* (J.M. Hanchar & P.W.O. Hoskin eds.) Mineral. Soc. Am. Rev. Mineral. Geochem., v. 53, p. 469-500.
- Costa, F.G., Klein, E.L., Lafon, J.M., Milhomem Neto, J.M., Galarza, M.A., Rodrigues, J.B., Naleto, J.L.C., Corrêa Lima, R.G., 2018. Geochemistry and U–Pb–Hf zircon data for plutonic rocks of the Troia Massif, Borborema Province, NE Brazil: Evidence for reworking of Archean and juvenile Paleoproterozoic crust during Rhyacian accretionary and collisional tectonics. *Precambrian Research*, v. 311, p. 167-194. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2018.04.008>
- Dantas, E.L., De Souza, Z.S., Wernick, E., Hackspacher, P.C., Martin, H., Xiaodong, D., Li, J.W., 2013. Crustal growth in the 3.4-2.7Ga São José de Campestre Massif, Borborema Province, NE Brazil. *Precambrian Research*, v. 227, p. 120-156. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2012.08.006>
- Ewing, R.C., Meldrum A., Wuang L., Weber, W.J., Corrales L.R., 2003. Radiation effects in zircon. In: *Zircon* (J.M. Hanchar & P.W.O. Hoskin eds.) Mineral. Soc. Am. Rev. Mineral. Geochem. v. 53, p. 387-425. <https://doi.org/10.2113/0530387>
- Hanchar, J.M., Rudnick, R.L., 1995. Revealing hidden structures: The application of cathodoluminescence and back-scattered electron imaging to dating zircons from lower crustal xenoliths. *Lithos*, v. 36(3-4), p. 289-303. [https://doi.org/10.1016/0024-4937\(95\)00022-4](https://doi.org/10.1016/0024-4937(95)00022-4)
- Hoskin, P. & Schaltegger U., 2003. The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis. In: *Zircon* (J.M. Hanchar & P.W.O. Hoskin eds.) Mineral. Soc. Am. Rev. Mineral. Geochem., 53, 27-62. <https://doi.org/10.2113/0530027>
- Kohn, M. J., 2014. Himalayan Metamorphism and Its Tectonic Implications. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 42(1): 381-419 DOI: 10.1146/annurev-earth-060313-055005
- Lima, H.M., Pimentel, M.M., de Lira Santos, L.C.M., 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. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 90 p. 54-69. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.12.002>
- Lima, H.M., Pimentel, M.M., Fuck, R.A., Santos, L.C.M. de 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.
Journal of South American Earth
Sciences, v. 86, p. 176-192.
<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.06.013>
- Ludwig, K.R., 2008. User 's Manual for
Isoplot 3.70. Berkeley Geochronol.
Cent. Spec. Publ.
- Matteini, M., Junges, S.L., Dantas, E.L.,
Pimentel, M.M., Bühn, B., 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 Research, v. 17,
p. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2009.05.008>
- Medeiros, V. C.; Torres, H. H. F.
Programa Levantamentos
Geológicos Básicos do Brasil.
Sumé. Folha SB.24-Z-D-V. Estados
da Paraíba e Pernambuco. Falcão
Torres. – Brasília: 2000 CPRM.
Escala 1:100.000. 1 CD – ROM.
- Neves, B.B. de B., Schmus, W.R. Van,
Santos, L.C.M. de L., 2020. Alto
Moxotó Terrane, a fragment of
Columbia supercontinent in the
Transversal Zone interior:
Borborema Province, Northeast
Brazil. Brazilian Journal of Geology,
v. 50(2), p. 1-20.
<https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190077>
- Neves, S.P., Lages, G.A., Brasilino, R.G.,
Miranda, A.W.A., 2015.
Paleoproterozoic accretionary and
collisional processes and the build-
up of the Borborema Province (NE
Brazil): Geochronological and
geochemical evidence from the
Central Domain. Journal of South
American Earth Sciences, v. 58, p.
165-187.
<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.06.009>
- Oliveira, R.G., Medeiros, W.E., 2018.
Deep crustal framework of the
Borborema Province, NE Brazil,
derived from gravity and magnetic
data. Precambrian Research, v.
315, p. 45-65.
<https://doi.org/10.1016/j.precamres.2018.07.004>
- Passchier, C.W., Myers, J.S., Kröner, A.,
1990. Field Geology of High-Grade
Gneiss Terrains, Field Geology of
High-Grade Gneiss Terrains.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-76013-6>
- Pupin, J.P., 1980. Zircon and granite
petrology. Contributions to
Mineralogy and Petrology, v. 73, p.
207–220.
<https://doi.org/10.1007/BF00381441>
- Santos, E. J., 1996. Ensaio preliminar
sobre terrenos e tectônica
acrescionária na Província
Borborema. In: Con. Bras. Geol.,
39, Anais, v. 6, p. 47-50.
- 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. 9, p. 73–84.
<https://doi.org/10.25249/0375-7536.1999297384>
- Santos, E.J., Schmus, W.R. Van,
Kozuch, M., Neves, B.B. de B.,
2010. The Cariris Velhos tectonic

- event in Northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 29(1), p. 61-76. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.07.003>.
- Santos, E.J., Souza Neto, J.A., Carmona, L.C.M., Armstrong, R., Santos, L.C.M.L., Mendes, L.U.D.S., 2013. The metacarbonate rocks of Itatuba (Paraíba): A record of sedimentary recycling in a Paleoproterozoic collision zone of the Borborema province, NE Brazil. *Precambrian Research*, 224:454-471. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2012.09.021>
- Santos, E.J., Santos, L.C.M.L., 2019. Reappraisal of the Sumé Complex: Geochemistry and geochronology of metaigneous rocks and implications for Paleoproterozoic subduction-accretion events in the Borborema Province, NE Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 49(1), p. 1-14. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201920180083>
- Santos, L.C.M. L., Dantas, E.L., Cawood, P.A., Lages, G. de A., Lima, H.M., dos 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, p. 102384. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102384>.
- Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., Santos, E.J. dos, 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. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 58, p. 188-209. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.07.006>.
- Santos, L.C.M.L., Dantas, E.L., Cawood, P.A., José dos Santos, E., Fuck, R.A., 2017. 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 of South American Earth Sciences*, v. 79, p. 342-363. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.08.013>.
- Santos, L.C.M.L., Lima, H.M., Lages, G. de A., Caxito, F. de A., Araújo Neto, J.F. de, Guimarães, I. de P., 2020. Petrogenesis of the Riacho do Icó Stock: evidence for Neoproterozoic slab melting during accretion tectonics in the Borborema Province? *Brazilian Journal of Geology*, v. 50(2), p. 1-17. <https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190127>.
- 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.A., 2021. Evidence for Neoproterozoic terrane accretion in the central Borborema Province, West Gondwana deduced by isotopic and geophysical data compilation. *International Geology Review*, <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1911111>

- 021.1944332
- Santos, R. V.; Santos, E. J.; Souza Neto, J. A.; Carmona, L. C. M.; Sial, A. N.; Mancini, L. H.; Santos, L. C. M. L.; Nascimento, G. H.; Mendes, L. U. D. S.; Anastácio, E. M. F., 2012. Isotope geochemistry of Paleoproterozoic metacarbonates from Itatuba, Borborema Province, Northeastern Brazil: evidence of marble melting within a collisional suture. *Gondwana Research*, 21:1-13.
- Sawyer, E., 2008. Atlas of migmatites. The Canadian Mineralogist Special Publication, v. 9. 371 p.
- 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*, v. 68, p.113-133.
<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.10.005>
- Silva L.C., Armstrong R., Pimentel M.M, Scandolaro J., Ramgrah G., Wildner W., Angelim L.A.A., Vasconcelos A.M., Rizzoto G., Quadros M.L.E.S., Sander A., Rosa A.L.Z., 2002. Reavaliação da evolução geológica em terrenos pré-cambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP, Parte III: Províncias Borborema, Mantiqueira Meridional e Rio Negro-Juruena. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 32(4), p. 529-544.
- Spencer, C. J., Kirkland, C. L., Taylor, R. J. M., 2016. Strategies towards statistically robust interpretations of in situ U–Pb zircon geochronology. *Geoscience Frontiers*, v. 7(4), p. 581-589.
<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.11.006>
- Ueda, K., Jacobs, J., Thomas, R.J., Kosler, J., Horstwood, M.S.A., Wartho, J.A., Jourdan, F., Emmel, B., Matola, R., 2012. Postcollisional High-Grade Metamorphism, Orogenic Collapse, and Differential Cooling of the East African Orogen of Northeast Mozambique. *Journal of Geology*, v. 120(5), p. 507-530.
<https://doi.org/10.1086/666876>
- Van Schmus, W.R., De 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 Research*, v. 127(4), p. 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., Oliveira, E.P., Da Silva Filho, A.F., Toteu, S.F., Penaye, J., Guimarães, I.P., 2008. Proterozoic links between the Borborema Province, NE Brazil, and the Central African fold belt, in: *Geological Society Special Publication*, v. 294(1), p. 69.
<https://doi.org/10.1144/SP294.5>
- Van Schmus, W.R., de Brito Neves, B.B., Hackspacher, P., Babinski, M., 1995. U Pb and Sm Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8(3-4),

- p. 267-288.
[https://doi.org/10.1016/0895-9811\(95\)00013-6](https://doi.org/10.1016/0895-9811(95)00013-6).
- Viegas, L.G.F., Archanjo, C.J., Hollanda, M.H.B.M., Vauchez, A., 2014. Microfabrics and zircon U–Pb (SHRIMP) chronology of mylonites from the Patos shear zone (Borborema Province, NE Brazil). *Precambrian Research*, v. 243, p. 1-17.
<https://doi.org/10.1016/j.precamres.2013.12.020>.
- Weber, F., Gauthier-Lafaye, F., Whitechurch, H., Ulrich, M., El Albani, A., 2016. The 2-Ga Eburnean Orogeny in Gabon and the opening of the Francevillian intracratonic basins: A review. *C. R. Geoscience*, v. 348(8), p. 527-586.
<https://doi.org/10.1016/j.crte.2016.07.003>
- Wiedenbeck, M., Hanchar, J.M., Peck, W.H., Sylvester, P., Valley, J., Whitehouse, M., Kronz, A., Morishita, Y., Nasdala, L., Fiebig, J., Franchi, I., Girard, J.P., Greenwood, R.C., Hinton, R., Kita, N., Mason, P.R.D., Norman, M., Ogasawara, M., Piccoli, P.M., Rhede, D., Satoh, H., Schulz-Dobrick, B., Skår, Spicuzza, M.J., Terada, K., Tindle, A., Togashi, S., Vennemann, T., Xie, Q., Zheng, Y.F., 2004. Further characterisation of the 91500 zircon crystal. *Geostandards and Geoanalytical Research*, v. 28(1), p. 9-39
<https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2004.tb01041.x>

Tabela 1 - Síntese dos resultados geocronológicos obtidos por LA-ICP-MS em zircão

Zircão - grupos	Spot	Razões isotópicas						Idades								Rho	Th/U	Conc. (%)
		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	± (1σ)	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (1σ)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (1σ)	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	± (2σ)	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	± (2σ)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	± (2σ)					
01	Z65	0,118	0,51	3,808	1,782	0,234	1,70	1920	18,3	1594	27,8	1359	40,9	0,955	0,129	71		
01	Z66	0,116	0,64	3,921	2,172	0,245	2,07	1891	22,9	1618	34,1	1416	51,9	0,954	0,004	75		
01	Z50	0,119	0,48	4,448	2,131	0,270	2,07	1946	17,2	1720	34,3	1542	56,0	0,973	0,084	80		
01	Z58b	0,122	0,57	5,438	1,806	0,322	1,71	1993	20,3	1890	30,0	1799	52,6	0,946	0,069	91		
01	Z51b	0,125	0,51	5,596	1,460	0,325	1,36	2025	18,1	1912	24,2	1815	41,9	0,932	0,078	90		
02	04-Z01	0,156	0,82	7,510	2,225	0,348	2,06	2417	27,5	2174	39,7	1927	68,7	0,928	0,112	80		
02	039-Z28	0,160	0,75	7,985	1,857	0,361	1,69	2460	25,4	2216	32,4	1984	57,6	0,909	0,236	81		
02	013-Z08	0,161	0,82	9,184	1,312	0,413	1,02	2466	27,4	2356	23,0	2232	36,6	0,765	0,552	91		
02	028-Z20	0,161	0,84	9,394	1,663	0,424	1,42	2461	28,4	2360	29,4	2276	53,3	0,854	0,281	94		
02	Z59b	0,158	0,72	8,313	1,413	0,381	1,21	2434	24,2	2264	24,6	2084	41,6	0,852	0,145	86		
02	Z55b	0,153	0,84	8,558	1,785	0,405	1,57	2381	28,5	2291	31,4	2193	56,9	0,875	0,133	92		
02	Z58n	0,160	0,86	8,766	2,281	0,397	2,11	2456	28,9	2312	40,3	2155	76,0	0,923	0,131	88		
02	Z51n	0,159	1,08	8,875	1,988	0,403	1,66	2449	36,1	2320	35,1	2185	60,4	0,834	0,347	90		
02	Z62	0,155	1,14	9,051	2,231	0,422	1,91	2405	38,4	2341	39,6	2272	71,9	0,854	0,162	95		
03	008-Z05	0,163	0,73	10,36	1,831	0,461	1,67	2485	24,6	2468	32,8	2448	66,7	0,912	0,382	99		
03	027-Z19B	0,165	0,99	11,02	1,540	0,485	1,17	2504	33,0	2524	27,6	2552	48,59	0,751	0,260	101		
03	026-Z19N	0,164	2,05	11,43	2,898	0,505	2,04	2496	38,8	2559	42,6	2639	86,9	0,865	0,172	106		
03	Z63	0,169	0,89	9,568	1,961	0,410	1,74	2550	29,5	2392	34,9	2215	64,1	0,888	0,182	87		
03	Z54b	0,165	0,84	9,838	1,724	0,431	1,50	2512	28,0	2418	30,7	2311	56,8	0,867	0,428	93		
04	025-Z18	0,179	0,91	12,85	2,138	0,520	1,93	2644	30,0	2668	39,07	2701	83,6	0,901	0,670	102		
04	035-Z25	0,178	0,97	15,31	1,718	0,623	1,41	2636	31,8	2835	31,6	3122	68,0	0,818	0,999	108		
04	Z52	0,174	0,66	10,54	2,196	0,439	2,09	2596	22,0	2482	39,5	2348	80,9	0,951	0,586	91		
04	Z56	0,181	0,85	11,65	3,106	0,468	2,98	2659	28,1	2572	56,1	2473	120,	0,960	0,434	94		