

Terrenos tectonoestratigráficos dispersos do embasamento pré-Brasiliano (São José do Caiana, Açude Coremas e Icaíçara) na porção centro-oeste da Zona Transversal (Paraíba, Ceará e Pernambuco)

Dispersed tectonostratigraphic terranes of the pre-brasiliano basement (São José do Caiana, Açude Coremas and Icaíçara) at the Central Western part of the Transversal Zone (Paraíba, Ceará and Pernambuco), Brazil

Benjamim Bley de Brito Neves¹ , Cláudia Regina Passarelli¹ 

¹Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Rua do Lago, 562, Cidade Universitária, CEP 05508-080, São Paulo, SP, BR (bbleybn@usp.br; cr.passarelli@usp.br)

Recebido em 27 de junho de 2019; aceito em 26 de agosto de 2020

Resumo

Na parte centro-oeste da Zona Transversal, entre os meridianos 37°30' e 40°15', nos estados da Paraíba e de Pernambuco (pequena parte no Ceará), ocorrem três exposições importantes de terrenos tectonoestratigráficos (*inliers*) do embasamento pré-Brasiliano, ramificando faixas de dobramentos desse ciclo, delimitados por zonas de cisalhamento. Os terrenos Açude Coremas e São José do Caiana são truncados a norte pelo Lineamento Patos (E-W *strike*) e são separados pela zona de cisalhamento sinistral de Boqueirão dos Coxos (NE-SW *strike*). Para oeste (interior do Ceará), essas exposições estão bastante reduzidas em razão dos depósitos fanerozoicos da Bacia do Araripe, ficando difícil marcar o limite ocidental e as dimensões exatas do São José do Caiana. O Terreno Icaíçara, situado mais a oeste-sudoeste, é delimitado a sul pelo traço do Lineamento Pernambuco, e situa-se inteiramente no estado de Pernambuco. Esses “altos” do embasamento aparecem ramificando as exposições do Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida, e são constituídos de complexa gama de gnaisses graníticos e paragnaisses micáceos, localmente migmatizados, e com algumas poucas intercalações de supracrustais aluminosas, calciossilicáticas e anfibolíticas. Esses *inliers* são de idade predominantemente paleoproterozoica (Riaciana). A trama estrutural é bastante complexa, pois além de duas fases, pelo menos de dobramentos (pré-Brasilianos), há imposição dos movimentos de cisalhamento laterais, com componentes transpressionais marcantes (pelo ciclo Brasiliano). Há frações dessas rochas de embasamento acavando as supracrustais brasileiras, como a sul do Terreno Açude Coremas, como já mencionado. Os dados geocronológicos obtidos, por diferentes métodos, indicam claramente uma idade paleoproterozoica para esses domínios de exposição de embasamento, com rara e especial ocorrência de protólito arqueano. As semelhanças nas características litoestruturais desses terrenos e sua distribuição na trama marcante de zonas de cisalhamento — demarcando-os e os separando — levam-nos a reconhecer, propor e atribuir caso típico de “*dispersed ou disrupted terranes*”.

Palavras-chave: Zona transversal; Província Borborema; Terrenos tectonoestratigráficos; Ciclo brasileiro.

Abstract

At the central-western part of the Transversal Zone, between the 37°30' and 40°15' meridians, along the states of Paraíba and Pernambuco (small part in Ceará), there are three important occurrences of tectonostratigraphic terranes (*inliers*) of the pre-Brasiliano basement, branching out Ediacaran supracrustal belts, delimited by shear zones. The Açude Coremas and São José do Caiana terranes are truncated to the north by the Patos Lineament (E-W *strike*), and are separated from each other by the sinistral Boqueirão dos Coxos shear zone (NE-SW *strike*). Westward (to the interior of Ceará State), these exposures are quite reduced due to the fanerozoic deposits of the Araripe Basin, making it difficult to stress the western limit and exact dimensions of São José do Caiana. The Icaíçara Terrane, located more west-southwest, is bounded to the south by the Pernambuco lineament, and is located entirely in the state of Pernambuco. These tectonostratigraphic terranes are responsible for the branching out of the Piancó-Alto Brígida system into different belts and are constituted of a complex set of granitic gneisses, micaceous gneisses (paragnaisses), with local events of migmatization, associated to

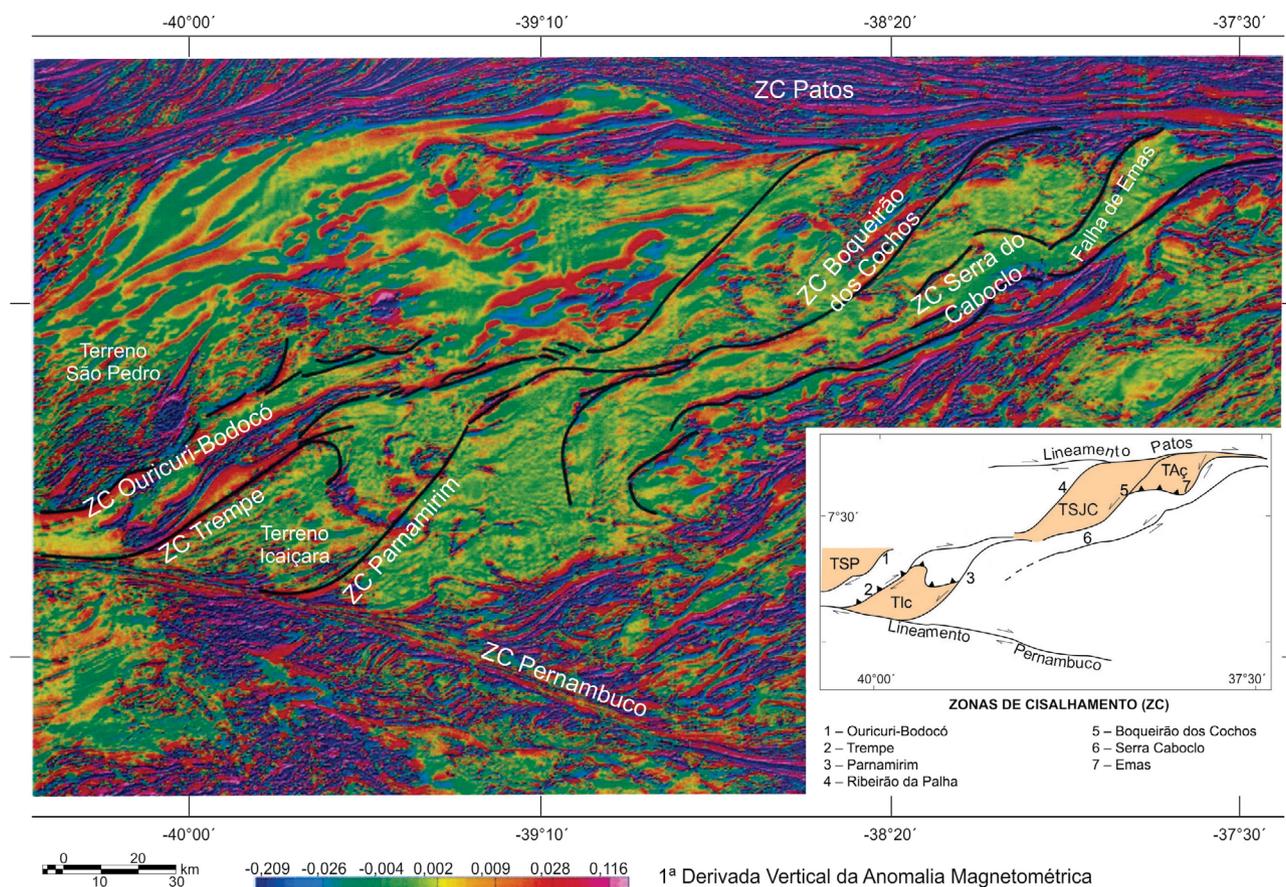
some small occurrences of aluminous calc-silicatic and minor amphibolitic supracrustals rocks, Paleoproterozoic in ages. These inliers are predominantly Paleoproterozoic in age (Riaciana). The structural frame is rather complex, because besides two structural phases (at least) of folding in pre-Brasiliano times, there is the imposition of lateral shear movements, with striking transpression components (through the Brasiliano cycle). There are fractions of these basement rocks encasing the Brasiliano supracrustals, as in the south of the Açude Coremas terrane, as already mentioned. The geochronological data obtained, run by different methods, clearly indicate a Paleoproterozoic age for these domains of basement terranes, with a rare and special occurrence of Archean protolite. The similarities in the lithostructural characteristics of these lands and their distribution in the striking plot of shear zones — demarcating and separating them — lead us to recognize, propose, and assign a typical case of “dispersed or disrupted terranes”.

Keywords: Transversal zone; Borborema Province; Tectonostratigraphic terranes; Brasiliano cycle.

INTRODUÇÃO

Os terrenos Açude Coremas (TAç), São José do Caiana (TSJC) e Icaíçara (Tlc) ocorrem na porção centro-oeste da Zona Transversal, entre os meridianos 37°30' e 40°15' (Figura 1), estando bruscamente limitados a norte pelo tectonitos do Lineamento Patos, dentro do domínio do

keirógeno consignado por esse lineamento transcontinental (Mataraca-Fronteiras). A zona de cisalhamento (ZC) sinistral de Boqueirão dos Coxos, de orientação NE-SW, é o limite brusco entre TSJC e TAç (Archanjo et al., 1999). O Tlc (Santos, 1996) ocorre na porção mais ocidental de Pernambuco, ainda no interior da Zona Transversal, sendo truncado a sul pelos tectonitos do Lineamento Pernambuco.



TSP: Terrano São Pedro; Tlc: Terrano Icaíçara; TSJC: Terrano São José do Caiana; TAç: Terrano Açude Coremas.

Figura 1. Esquema geológico-geofísico da porção centro-ocidental da Zona Transversal (entre os lineamentos de Patos e Pernambuco), mostrando a distribuição das zonas de cisalhamentos principais e os terrenos dispersos entre elas, então posicionados. Imagem aeromagnetométrica cedida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), na pessoa do geólogo Roberto Gusmão de Oliveira.

As ZCs/falhas que o delimitam a oeste (ZC Trempe) e leste (ZC Parnamirim) mostram continuidade para o norte apresentando junção com aquelas que delimitam os terrenos situados mais a norte, anteriormente mencionados (TAç e TSJC) (Figura 1).

Pela natureza das litologias pré-brasilianas expostas e seus respectivos dados geocronológicos, a serem aqui discutidos, e ainda pela presença da ZC comum os delimitando, é bem possível que, na realidade, tenhamos tido no passado geológico um terreno composto ou superterreno prévio, que veio a ser dispersado no final do Neoproterozoico, formando os terrenos anteriormente mencionados, tipificando assim um caso *dispersed terranes*, conforme a bibliografia mais moderna (Gibbons, 1994). De fato, são exposições francas atuais do embasamento, em três áreas de afloramentos distintas (delimitadas por falhamentos importantes), sendo essas exposições que apresentam litotipos praticamente de mesma natureza (algumas diferenças pequenas), estrutura e idade. Considerando a observação de que essas áreas distintas de exposição do embasamento foram condicionadas francamente por deslocamentos tardios de ZCs, chegam-se a reunir, assim, as características de “terrenos dispersos” (ou *disrupted terranes*), consoante descritos e propostos por Gibbons (1994) e Howell (1995), entre outros autores.

Para oeste e sudoeste no sentido do Ceará, o TSJC é recoberto quase inteiramente por sedimentos fanerozoicos da Bacia do Araripe, sob a qual deve estar também encoberto seu limite mais ocidental, que não conseguimos determinar com a precisão desejada. Isso é dito porque, conforme verificamos *in loco*, quando aparecem as primeiras exposições de litologias de embasamento da bacia sedimentar, mais para oeste e sudoeste, essas são de contextos litológicos já de supracrustais neoproterozoicas, de ramos do Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida (SPAB). Uma conexão prévia entre esses “altos do embasamento” da Paraíba e do Ceará — TSJC e TAç, com aquele do oeste de Pernambuco (Tlc), aqui discutidos — pode ser preconizada, sem muitos problemas, conforme esquematizado na Figura 1, e consoante àqueles contextos litoestruturais neles registrados. Os levantamentos geofísicos atualmente disponíveis (gravimétricos, aeromagnéticos) e os levantamentos de campo parecem comprovar a existência prévia dessa conexão. Porém, como dito, toda porção ocidental do TSJC é recoberta por sedimentos fanerozoicos, e do outro lado das ocorrências dos sedimentos fanerozoicos (já no estado do Ceará), já não mais aparecem rochas do embasamento mais antigo, e sim algumas exposições de metassedimentos de baixo grau do Supergrupo Santana dos Garrotes (do SPAB).

As constituições litoestruturais dos três terrenos mostram algumas afinidades interessantes (gnaisses graníticos + migmatitos + supracrustais paleoproterozoicas, cortados por inúmeros granitoides brasileiros), que foram nomeadas

informalmente em comum (integração 1/250.000 de Gomes, 2000, 2001).

Entretanto, há ainda uma série de pequenas dúvidas — e esparsas diferenças a serem equacionadas, o que não foi possível ainda na escala atual de semidetalhe (sob a qual trabalhamos). Logo, o tratamento e a discussão em separado desses terrenos (por enquanto) são o caminho mais indicado. Mormente, no caso do Tlc, onde há indicações geológicas (parte já discriminada, com ajuda do levantamento geocronológico) de ocorrência peculiar de supracrustais neoproterozoicas (nappismo?) sobrepostas localmente aos litotipos de embasamento paleoproterozoico, como será destacado *a posteriori*.

Uma característica comum a ser destacada é a presença de *stocks* e batólitos graníticos do arco magmático ediacarano (Brito Neves et al., 2016), que baliza subparalelamente, a sul do Lineamento Patos, com muitas ocorrências dos tipos clássicos (da Zona Transversal, parte norte) de granitos desse arco (“Conceição”, “Itaporanga”), que pelas suas dimensões e características gerais, impuseram notório componente tectonothermal em todos os terrenos.

A concepção de terrenos tectonoestratigráficos do embasamento para esses altos (maciços) *inliers* é relativamente recente. A identificação das características de um terreno tectonoestratigráfico para o Tlc já fora proposta por Santos et al. (1997). Para o caso do TSJC, isso começou a ser considerado apenas após 2003 (depois da tese de Kozuch, 2003) e na síntese de Brito Neves et al. (2018).

Para o TAç, essa concepção de terreno tectonoestratigráfico paleoproterozoico está sendo agora introduzida, após reflexão sobre a natureza do embasamento, sua posição no contexto tectônico regional e pelas primeiras determinações de idade U-Pb dele (e seu contato cavalgante sobre as supracrustais brasileiras). Até recentemente, pensava-se que todo o domo estrutural (onde se situa o TAç, em sua maior parte) pertencia ao contexto litoestrutural das supracrustais do SPAB. Os trabalhos de Bittar (1998), Gomes (2000) e Medeiros (2004) foram muito importantes para lastrear a verificação de presença de rochas pré-brasilianas, paleoproterozoicas (só agora confirmada pela geocronologia). Assim sendo, a incorporação do TAç como alto do embasamento paleoproterozoico está sendo formalizada nessa oportunidade — embora previamente tenha havido algumas sugestões inéditas nesse sentido.

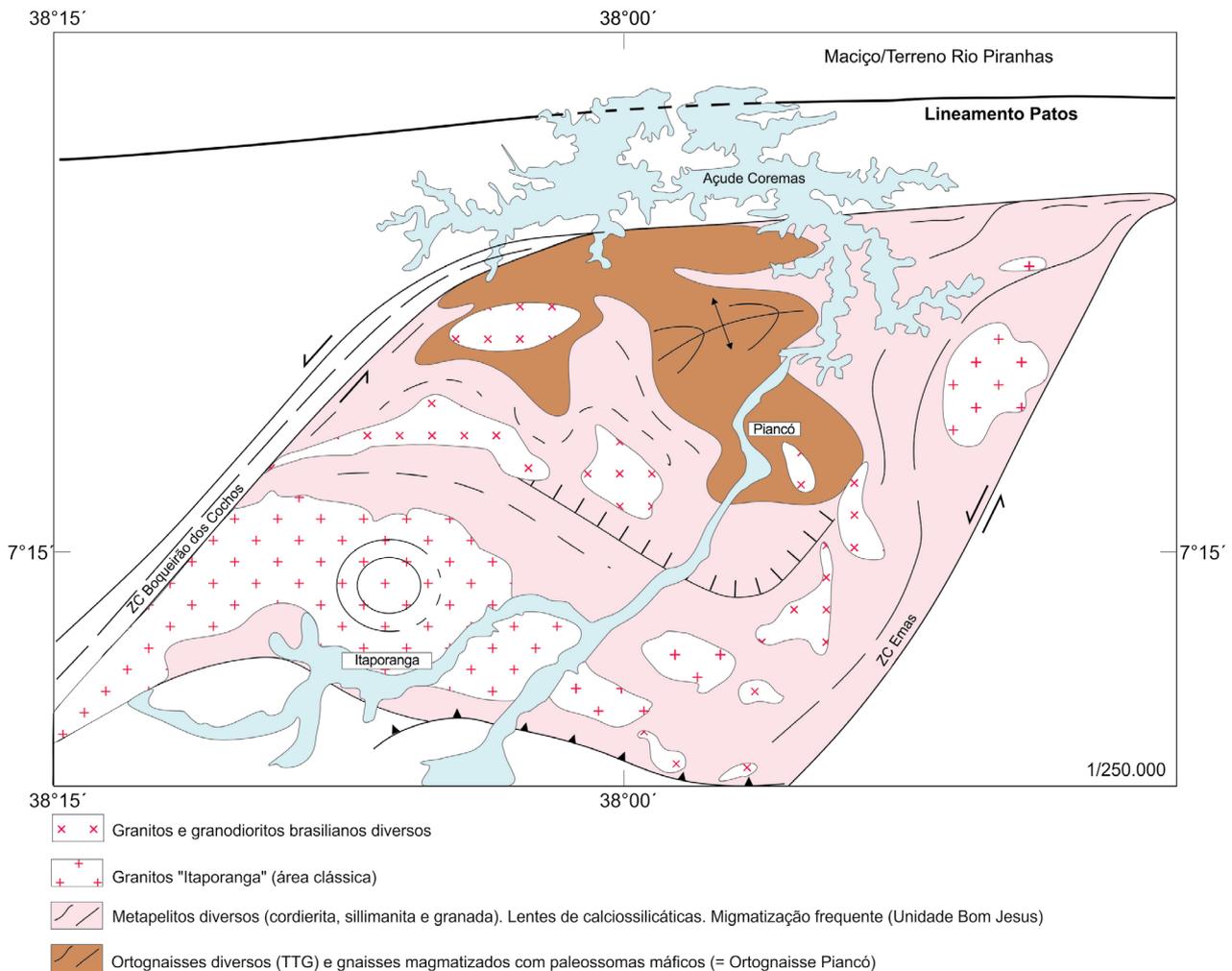
Além das semelhanças gerais já apontadas (em constituição litoestrutural e dados geocronológicos), na observação/reconstituição zenital desses terrenos em cartas aerofotogeológicas, de modelo digital de terreno e geofísicos (ternário, aeromagnetométrico e gravimétrico), fica muito interessante o arranjo deles entre falhas de rejeito direcional (direção NE-SW predominante), balizadas pelos grandes lineamentos regionais, subsidiários das ZCs de Patos (a norte) e Pernambuco (a sul), estas de direções gerais

E-W e caráter destal conspícuo (os quais delimitam a Zona Transversal, Figura 1).

TERRENO AÇUDE COREMAS

O terreno em epígrafe (Figura 2) foi escolhido para designar uma área poligonal irregular, dômica (polígono com eixo maior NW-SE \cong 31 km), expondo o embasamento das supracrustais brasilianas (do SPAB) que circunscrem — a sul e a leste — a referida área dômica, e que soma uma extensão geral próxima a 1.000 km², e está situada na porção centro-norte do estado da Paraíba (o que equivale à posição centro-noroeste da Zona Transversal).

Essa forma poligonal atual (e as deformações a ela impostas) foi consignada pelas ações das ZC neoproterozoicas de Patos — limite norte, direção E-W, de caráter destal — e de Boqueirão dos Coxos — limite ocidental, direção NE-SW, de caráter sinistral — e em parte da ZC de Emas — limite oriental, direção NE-SW, também de caráter sinistral. De forma que a porção sul desse polígono irregular é marcada por uma resultante zona de empurrão, que desloca parcialmente essas unidades/rochas pré-neoproterozoicas (do terreno) por sobre as supracrustais de mais baixo grau do Ciclo Brasileiro (do contexto do SPAB). Embora seja uma entidade geotectônica de substrato paleoproterozoico (como pretendemos demonstrar), é necessário alertar desde já que toda a forma, a posição e a ordenação estrutural desse



ZC: Zona de Cisalhamento; TTG: tonalito-trondhjemito-granodiorito.
 Fonte: Gomes (2000) e Medeiros (2004).

Figura 2. Esquema geológico do Terreno Açude Coremas. Terreno situado na porção centro-noroeste da Zona Transversal, entre as zonas de cisalhamento de Boqueirão dos Coxos (a oeste) e Emas (a leste), imediatamente a sul do Lineamento de Patos, inteiramente no estado da Paraíba (a sudoeste).

terreno foram impostas pela trama de cisalhamentos associada ao Lineamento Patos, no final do Neoproterozoico. A disposição entre ZCs e a possibilidade vislumbrada de uma antiga conexão desse terreno (junto ao TSJC) com o TIC (centro-oeste de Pernambuco, dentro da Zona Transversal), leva-nos a utilizar a conotação “terrenos dispersos” para eles. Feições gerais (litológicas e estruturais) semelhantes são apontadas em vários sistemas orogênicos do mundo.

Dois contextos litoestruturais principais se acham expostos nessa área dômica. Na parte mais central (incluindo a cidade de Piancó e a porção mais a sul-sudeste da Barragem de Coremas), afloram ortognaisses do tipo tonalito-trondhjemito-granodiorito (TTG) (Medeiros, 2004) com algumas porções migmatizadas e expondo algumas intercalações de rochas anfíbolíticas e calciossilicáticas (contexto que foi, então, epigrafado de “Ortognaisses de Piancó” — Ppp). Na parte mais externa, contornando o polígono, afloram rochas metassedimentares diversas (paragnaisses *s.l.*), com predomínio de metapelíticas, com cordierita, granada e até sillimanita, com várias porções fracamente migmatizadas. A presença de estruturas migmatíticas estromatíticas é frequente, e isso permite diferenciar essas rochas de embasamento das supracrustais brasileiras do contorno do domo (sempre em baixo grau). Essa diferença no grau de metamorfismo em contextos de idades distintas nem sempre foi considerada objetivamente. Algumas intercalações calciossilicáticas (mármore, inclusive) e anfíbolíticas costumam também ocorrer nessa unidade (que foi informalmente designada de “Paragnaisses de Bom Jesus” (PPbj) por Medeiros, 2004).

Essas duas unidades, Ppp e PPbj, foram atribuídas no passado (então sem dados geocronológicos concretos ainda) ao Mesoproterozoico (Gomes, 2001) e, depois, ao Paleoproterozoico — por Medeiros (2004), que as nomeou, como mencionado anteriormente —, o que veio a ser confirmado agora, neste trabalho.

Bittar (1998) não discriminou unidades e chamou todas em conjunto de “Sequência Piancó”. Gomes (2000) havia considerado essas unidades como do Mesoproterozoico (respectivamente discriminadas em mapa 1/250.000 como “Mp1” e “Mp2”), sem nenhum dado geocronológico para se balizar. Já no mapa geológico da Paraíba (Santos et al., 2002), está registrado com ênfase na presença das rochas mais antigas desse terreno na área (então designado “Complexo Piancó”). Essas ocorrências foram atribuídas ao Paleoproterozoico-Mesoproterozoico, o que não veio a se confirmar, como pretendemos demonstrar no presente trabalho.

É justo acrescentar que as primeiras publicações citando o predomínio de litologias paleoproterozoicas para todos os três terrenos aqui discutidos foram os trabalhos de Van Schmus et al. (2011) e Santos et al. (2014), baseados em informações geocronológicas preexistentes, algumas delas então inéditas (ou de divulgação restrita).

Essas unidades litoestratigráficas do TAç estão recordadas por vários *stocks* graníticos de diversas naturezas: alguns deles são granitos, granodioritos e quartzo monzonitos (“tipo Itaporanga”). No *corner* sudoeste do terreno, encontra-se o clássico batólito de Itaporanga (granito, granodiorito, quartzo monzonito), caracterizado por seus fênocristais de feldspato potássico de até decímetros — trata-se de uma unidade clássica da literatura geológica nordestina, tratada por muitos autores, em diferentes oportunidades. Mariano (1989), em sua tese de Doutorado, demonstrou a presença de contatos complexos, interdigitados com as rochas do embasamento paleoproterozoico.

Além das semelhanças gerais já apontadas (em constituição litoestrutural e dados geocronológicos) para esse terreno e os demais assinalados, a mesma informação (sobre a presença de *stocks* e batólitos variados) é válida. Essas rochas intrusivas são presumidas como originadas do desenvolvimento do arco magmático ediacarano, já mencionado (Brito Neves et al., 2016), situado ao longo da parte norte da Zona Transversal.

Por essas características gerais anteriormente discutidas e por razões descritivas é que achamos bastante possível que os dois “altos”/*inliers*, aqui tratados em separado (TAç e TSJC), compartilharam no passado do mesmo contexto de embasamento pré-Brasiliano, tendo sido seccionados e separados de forma brusca pela ZC de Boqueirão dos Coxos. Em várias cordilheiras orogênicas do mundo, casos semelhantes têm sido mencionados, e a designação de terrenos tectonoestratigráficos dispersos tem sido a mais indicada.

Unidades litoestruturais

Medeiros (2004) destacou e discriminou cartograficamente os “Ortognaisses Piancó”, com a designação Ppp, ao aludir a porção mais interna do terreno — que, como um todo, fora chamado indevidamente de “Complexo Caicó” por Bittar (1998). Essa unidade ocorre principalmente das imediações sul-sudeste da cidade de Piancó, e daí até a porção a sul do Açude Coremas (Figura 2). Esse contexto é marcadamente formado por rochas gnáissicas, de natureza granítica, granodiorítica e tonalítica, geralmente de granulação média, com migmatização frequente, e que são consideradas rochas intrusivas de provável origem em um arco magmático do Riachão. Essa é uma hipótese de trabalho que está sendo testada em todos os terrenos do interior da Zona Transversal (projeto de pesquisas em andamento), com muitos dados já levantados e outros em estudo. Nessa unidade, lateralmente há gradações para rochas migmatíticas, ora com estruturas muito complexas, ora com estruturas bandadas relativamente simples, em que se destacam bandas escuras decimétricas de anfíbolito e bandas claras graníticas e granodioríticas (Figura 3). Essa unidade está muito bem descrita na tese de Medeiros (2004).

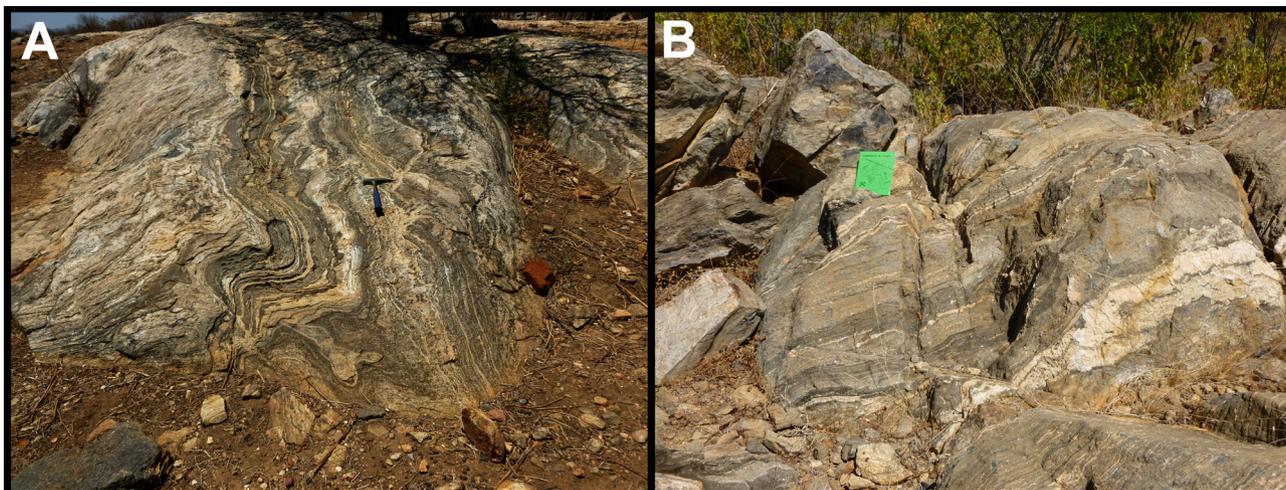


Figura 3. (A) Pedreira Carrapateiras (amostra PAPE-184) na estrada Piancó-Coremas. Complexo migmatítico intensamente dobrado, com paleossoma granodiorítico e várias gerações neossomáticas. Vide Figura 5C (idade U-Pb 2135 ± 8 Ma); (B) migmatitos da Pedreira Pendência (amostra PAPE-182) nas imediações da Vila de Pendência (Coremas, Paraíba), na porção N-NE do Terreno Açude Coremas. É possível verificar tratos paleossomáticos granodioríticos e anfibolíticos predominantes, e uma participação secundária das porções quartzo-feldspáticos. Vide Figuras 4 e 5.

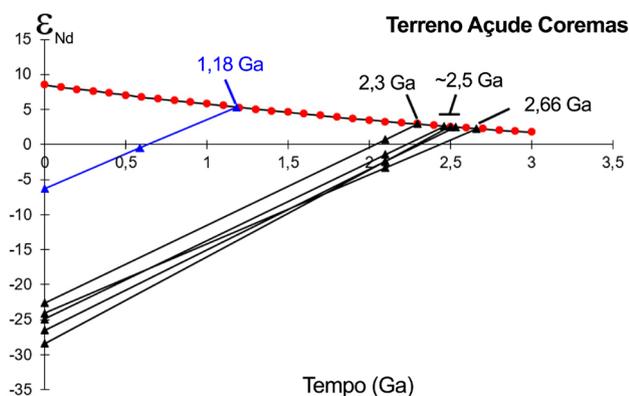


Figura 4. Diagrama de evolução ϵ_{Nd} versus tempo (Ga) do Terreno Açude Coremas. Curva do manto empobrecido (DePaolo, 1988).

A unidade posicionada nas porções mais externas do terreno (Figura 2) é constituída essencialmente de rochas para-derivadas, e que foram designadas em conjunto de “Paragneisses de Bom Jesus” (PPbj). Essas rochas estão dispostas circunscrevendo toda a forma poligonal do terreno, e estão intrudidas na porção sudoeste pelo clássico “batólito de Itaporanga”. Esse contexto é marcado pela presença de rochas metassedimentares, destacando-se, sobretudo, as metapelíticas (metamorfizadas na fácies anfibolito, com anatexia frequente), com a presença de granada, cordierita e sillimanita. Subordinadamente, há algumas ocorrências de rochas calciossilicáticas, incluindo alguns mármores e,

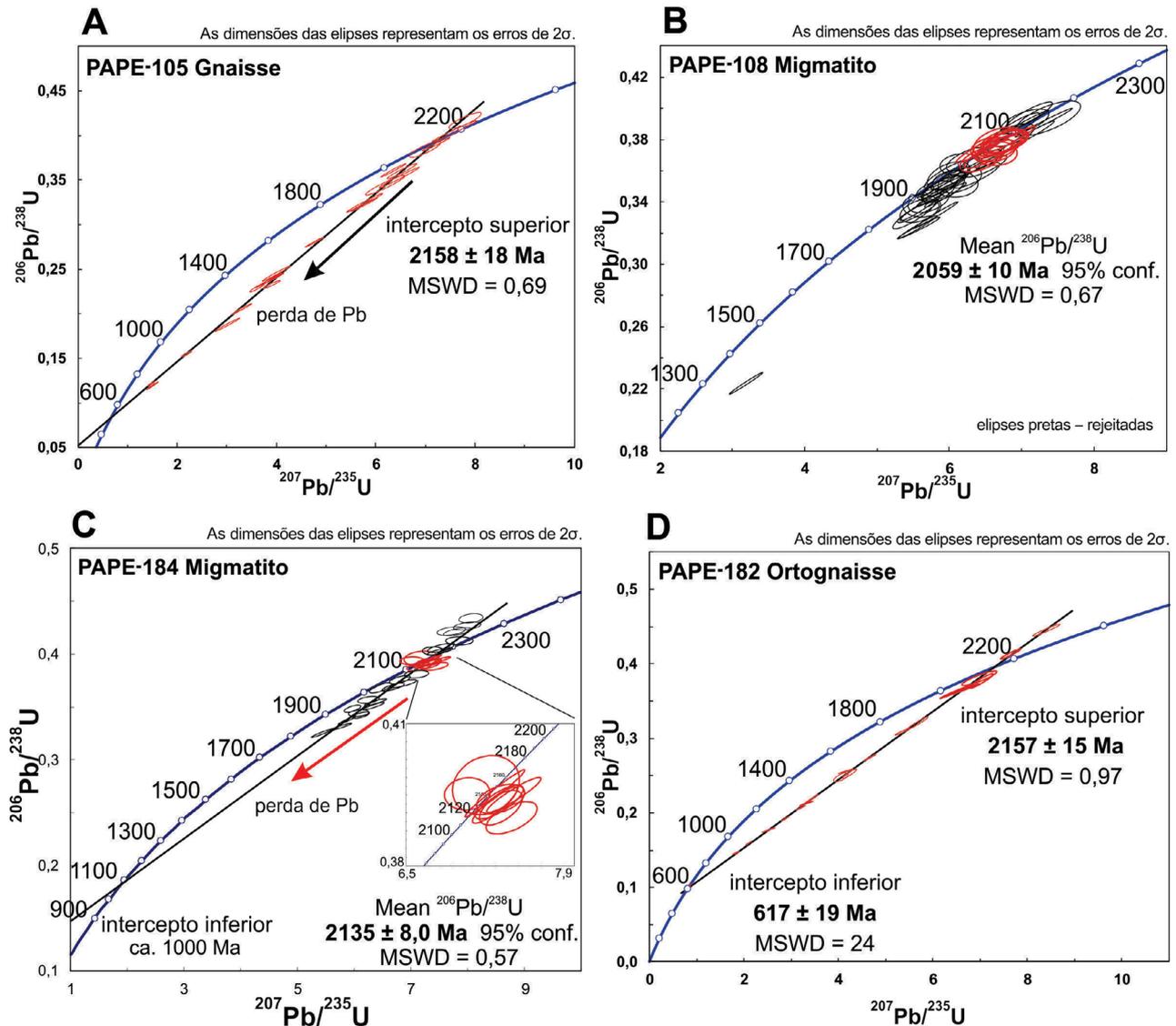
mais restritamente, alguns anfibolitos. Em alguns locais, esses metassedimentos apresentam também feições litoestruturais migmatíticas. As porções de fácies metamórficas mais baixas foram a causa da dificuldade (ou demora) de reconhecimento e discriminação dessa unidade daquelas supracrustais neoproterozoicas do sistema de dobramentos brasileiro (SPAB), que circunscreve o terreno.

Como já mencionado, diversos *stocks* granitoides recortam as unidades PPp e PPbj, devendo ser destacado o alojamento intrusivo portentoso do “Granito Itaporanga” (clássico da bibliografia geológica da Província Borborema), no canto sudoeste da forma poligonal do terreno. Esse batólito, foco de vários trabalhos científicos graças às suas peculiaridades, é constituído de rochas graníticas, granodioríticas e quartzo monzoníticas, destacadamente porfiríticas. Os cristais de feldspato potássico podem localmente atingir dimensões decimétricas, com arranjos diversos, inclusive, com destacável orientação linear.

Há uma série grande de trabalhos enfocando esse granito, na sua área típica, mas também em várias outras áreas dentro e fora da Zona Transversal. Gostaríamos de destacar que observamos localmente a presença de contatos interdigitados da rocha grossa ígnea com as suas encaixantes, com vários aspectos interessantes, inclusive simulando estruturas migmatíticas (como classicamente essas eram consideradas/reportadas).

Do ponto de vista estrutural, nas unidades descritas anteriormente, pode ser verificado um sistema de dobramentos (de segunda ou terceira geração) da foliação predominante (S_n), com dobras relativamente apertadas e subparalelas

Terreno Açude Coremas



MSWD: mean square weighted deviation.

Figura 5. Diagramas Concórdia (U-Pb em zircões) dos gnaisses do embasamento – Terreno Açude Coremas. (A) Amostra PAPE-105; (B) amostra PAPE-108; (C) amostra PAPE-184; (D) amostra PAPE-182.

(D_{n+1}) que expõem estruturas antiformais e sinformais, de direção geral E-W, com variações para NW-SE. Para se falar nesse dobramento da foliação e suas direções, não se pode omitir as injunções estruturais impostas. Esse dobramento, na orientação e tipologia apresentadas, dependeu muito da última forma impingida pelos grandes lineamentos (com expressivas zonas de milonitização) que demarcam a área poligonal do terreno: a norte o Lineamento Patos (movimento dextral de destaque); a sudoeste o Lineamento

Boqueirão dos Coxos (sinistral); e a este-nordeste, a ZC de Emas (também dextral).

Determinações Sm/Nd

Cerca de uma dezena de amostras foi coletada das unidades litoestruturais que compõem o TAç, cujos resultados analíticos estão apresentados na Tabela 1, e com representação gráfica na Figura 4.

Tabela 1. Dados analíticos das determinações Sm-Nd nas rochas do Terreno Açude Coremas.

Amostra	Rocha	Local	Coordenadas	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	ϵ (0)	F Sm/Nd	T_{DM} (Ma)	ϵ (T_{DM})	T1 (Ma)	ϵ (T1)
SPAB Mx NPI	Biognaise	Norte Piancó	9208000 6110000	7,43	37,729	0,1191	0,511404	-24,07	-0,39	2.661,3	2,28	2.100	-3,28
PAPE-180	Ortognaise	Sul Garimpo	9206112 6009760	2,442	13,81	0,1069	0,511281	-26,47	-0,46	2.529,9	2,50	2.100	-2,42
PAPE-182	Gnaise	Pendência	9219420 6343480	3,809	23,106	0,0997	0,511183	-28,38	-0,49	2.499,7	2,55	2.100	-2,40
PAPE-183	Ortognaise	NW Pendência	9218496 6323870	1,608	8,929	0,1089	0,511362	-24,89	-0,45	2.457,1	2,63	2.100	-1,37
PAPE-260	Biognaise	1 km E Itaporanga	9119965 6060350	6,828	34,678	0,1191	0,512315	-6,30	-0,39	1.173,4	5,32	600	-0,36
PAPE-261	Biognaise	PB-342	9207454 6111683	2,442	13,446	0,1098	0,511482	-22,55	-0,44	2.298,0	2,92	2.100	0,72

SPAB: Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida.

Entre as seis amostras analisadas, cinco apresentam seus protólitos diferenciados do manto entre o Neoarqueano e o Paleoproterozoico (Riaciano), com valores de T_{DM} entre 2,3 e 2,66 Ga — maior concentração em torno de 2,5 Ga (Figura 4). O biotita-gnaise laminado (PAPE-260) que está na zona de contato do Granito Itaporanga (584 Ma — Brito Neves et al., 2003) com o embasamento do TAç apresenta T_{DM} esteniano, diferenciando-se dos litotipos do embasamento. Os valores fracamente negativos a positivos de $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ entre -3,2 e 0,7 neste gnaise indicam contribuições de propriedades juvenis com pequena contribuição crustal, em quantidades muito próximas. A influência do tempo e do histórico litoestrutural do Brasileiro está expressa nos elevados valores negativos do $\epsilon_{\text{Nd}(0)}$ nas amostras de idades 2,1 Ga (Tabela 1).

Determinações U-Pb

Discussão dos dados U-Pb do Terreno Açude Coremas

No contexto do TAç, quatro localidades foram selecionadas para determinações U-Pb (cujos resultados analíticos se encontram no Documento Suplementar – Tabela 1):

- A primeira amostra, PAPE-105, gnaise bandado (em parte protomilonítico) a 3 km da cidade de Piancó (coordenadas 9205178 – 621027);
- A segunda amostra, PAPE-108, representa fácies diatexíticas de um complexo gnáissico migmatítico, no extremo noroeste da área dômica, situada pouco ao sul-sudoeste da cidade de Coremas (coordenadas 9211042 – 612283);
- A terceira amostra, PAPE-184 (Figura 3A), representa a porção diatexítica de rochas migmatíticas da Pedreira Carrapateiras, localizada um pouco mais a sul

da PAPE-108, na localidade Carrapateiras (coordenadas 9211082 – 612272);

- A quarta amostra, PAPE-182, foi coletada na pedreira da Vila de Pendência (Figura 3B), na fração paleossomática – metaquartzo-diorítica de rochas migmatíticas a norte-nordeste do terreno (coordenadas 921942 – 634348).

As três primeiras amostras foram coletadas dentro do contexto litoestrutural mais central do terreno, dentro da unidade que fora chamada de “PPp”. Já a quarta amostra foi coletada a nordeste da área dômica (localidade de Pendência), do contexto que fora chamado de “PPbj”, que ali se encontra bastante migmatizado.

Os resultados obtidos mostram notável coerência, sinalizando idade do Riaciano Superior para esses litotipos (para todas essas unidades litoestratigráficas, ainda informalmente tratadas). Como esperado e observado em todos os gráficos obtidos, a importância do retrabalhamento pelo Ciclo Brasileiro é marcante em todas as concordâncias traçadas.

Os cristais de zircão analisados do gnaise bandado (amostra PAPE-105), apesar de apresentarem perda contínua de Pb, alinham-se em corda cujo intercepto inferior aponta para evento tectonotermal Brasileiro. O intercepto superior indica idade de cristalização em 2158 ± 18 Ma (Figura 5A). Os cristais de zircão com discordância reversa não foram utilizados nos cálculos.

A segunda amostra (PAPE-108), parte diatexítica de um migmatito, apresentou uma série de zircões mais ou menos concordantes, com idade bem marcada de 2059 ± 10 Ma, ou seja, no limite Riaciano-Orosiriano (Figura 5B).

A idade de cristalização da porção diatexítica de rochas migmatíticas da Pedreira Carrapateiras, amostra PAPE-184 (Figura 3A) de 2135 ± 8 Ma, foi obtida por meio da média

ponderada das idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ (Figura 5C). Os cristais de zircão analisados apresentam perda contínua de Pb, e quando analisados em conjunto, alinham-se em discórdia cujo intercepto superior apresenta a mesma idade obtida pela média ponderada referida anteriormente, mas com erros maiores e intercepto inferior apontando para idade em torno de 1000 Ma, com erros elevados.

A quarta amostra, PAPE-182 (Figura 3B), representa a fração paleossomática (metaquartzo-diorítica) dos migmatitos. Os cristais de zircão analisados apresentam perda contínua de Pb e alinham-se em discórdia cujo intercepto superior apresenta idade de 2157 ± 15 Ma. Para esse cálculo foram utilizadas as frações mais próximas à Concórdia (elipses cheias — Figura 5D). Quando analisadas todas as frações, a discórdia apresenta intercepto inferior em 617 ± 19 Ma, que apesar do alto erro, aponta claramente para evento tectonotermal Brasileiro.

Os gnaisses bandados protomiloníticos da cidade de Piancó (PAPE-105), os diatexitos de Carrapateiras (PAPE-184) e a porção paleossomática dos migmatitos da pedreira da vila de Pendência (PAPE-182) apresentam idade Riácina de 2,1 Ga. As amostras PAPE-105 e PAPE-182 mostram claramente evidências de abertura do sistema isotópico U-Pb decorrentes de superimposição de evento tectonotermal Brasileiro, em torno de 600 Ma — diferentemente da amostra PAPE-184, que apresenta sugestão de superimposição de evento toniano. Apesar da grande incerteza desse dado, esse fato não deve ser totalmente descartado, visto que no TIC há registro Toniano em rochas gnáissicas (Complexo Barro), a serem discutidas *a posteriori*.

O evento Toniano está bem registrado na Zona Transversal da Província Borborema em granitoides, hoje *augen-gnaisses* e migmatitos, com idades entre 870 e 1000 Ma (Guimarães et al., 2012). O evento Toniano, denominado “Evento Cariris Velhos”, está representado na Subprovíncia Transversal principalmente por rochas metavulcânicas bimodais, incluindo variedades piroclásticas e plútons graníticos, hoje ortognaisses (Brito Neves et al., 2001; Kozuch, 2003; Guimarães et al., 2012).

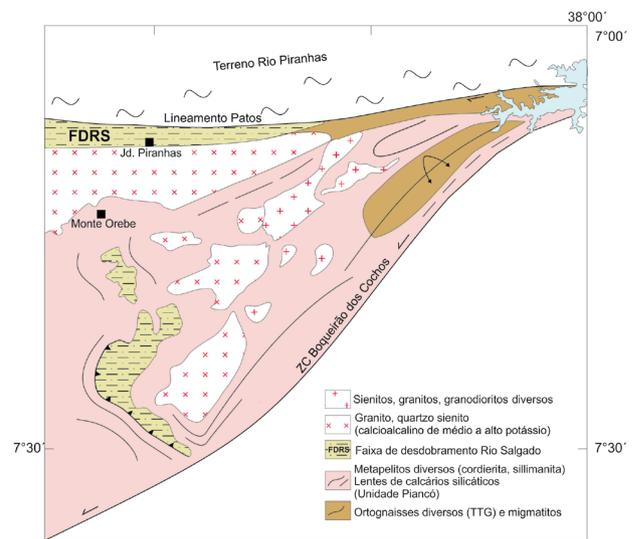
A amostra de diatexitos da área dômica (PAPE-108) se difere das demais por apresentar pouca perda de Pb e idade um pouco mais jovem, do limite Riáciano-Orosiriano (2059 Ma).

TERRENO SÃO JOSÉ DO CAIANA

Além de constituir um proeminente “alto estrutural”, separando contextos distintos do SPAB, a presença de rochas pré-tonianas, mais especificamente paleoproterozoicas, é característica marcante desse *inlier*. Isso foi identificado preliminarmente por Kozuch (2003), em sua tese de Doutorado (determinação U-Pb TIMS, amostra 96-282, em gnaisses, próximo à cidade topônima).

Esse terreno se expõe em uma área aproximadamente sigmoidal de direção NE-SW com extremidades a sul do Açude Coremas (a N-NE, ca. meridiano $38^{\circ}00'$) e a norte da fronteira CE-PE (a S-SW), consignando uma área total de aproximadamente 1.300 km², em grande parte no noroeste da Paraíba e com pequena parte no sudeste do Ceará (Figuras 1 e 6). A sua porção para oeste e sudoeste se encontra parcialmente encoberta por terrenos sedimentares jurássicos, que são parte da sequência pré-rifte das bacias mesozoicas ditas interiores (no caso, Bacia do Araripe) e costeiras da margem equatorial brasileira. Tanto a norte quanto a sul da fronteira PB-CE é que reaparecem as supracrustais brasileiras. Ou seja, cerca de 90% desse terreno tectonoestratigráfico se acha bem exposto em território paraibano (sudoeste do estado), mas em grande parte encoberto pelos depósitos fanerozoicos do Araripe (mais para o lado cearense).

Para o lado cearense, no embasamento (ocasionalmente) das ocorrências sedimentares do Araripe (de Mauriti a Iara, no Ceará), afloram amplamente os metalaminitos (predominam rochas argilosas finamente estratificadas) do “Supergrupo Santana dos Garrotes”, na designação original de Bittar (1998), parte do contexto do SPAB. Ou seja, o embasamento paleoproterozoico do TSJC não chega até aquelas cidades. A extensão para sudoeste do terreno não



ZC: Zona de Cisalhamento; TTG: tonalito-trondhjemitó-granodiorito.

Figura 6. Esquema geológico do Terreno São José do Caiana, baseado em Gomes (2000), Medeiros (2004) e em nossas observações de campo. Esse terreno está situado na porção centro-noroeste da Zona Transversal, a oeste da Zona de Cisalhamento de Boqueirão dos Cochos (que o separa do Terreno Açude Coremas), e imediatamente a sul do Lineamento de Patos. Parte ocidental de suas bordas (e sua delimitação mais ocidental, já no estado do Ceará) está coberta por sedimentos fanerozoicos.

deve ultrapassar em muito o meridiano 38°30', em razão de se reconhecer e encontrarmos a presença dessas supra-crustais neoproterozoicas por sob o extenso capeamento sedimentar mesozoico.

Na constituição do TSJC foram inicialmente destacáveis dois tipos litológicos principais:

- Ortognaisses tonalíticos e metapelitos com algumas intercalações de anfíbolitos e calciossilicáticas, e com níveis locais de calcário metamórfico — Unidade “Mp1” no mapa 1/250.000 de Gomes (2000) e/ou Unidade “PP₂” = “PPp” de Medeiros (2004), que está apenas na porção mais a nordeste do TSJC, ocupando pequena área;
- Paragnaisses e xistos com intercalações de gnaisses tonalíticos, anfíbolitos e raras calciossilicatadas, designados “Mp2” no mapa 1/250.000 de Gomes (2000) e chamado de “PPbj” por Medeiros (2004). Essa segunda unidade litoestratigráfica é aquela amplamente predominante (acima de 80%) em exposição no TSJC. Parte dessa unidade se encontra frequentemente bastante migmatizada.

As designações primeiras (com subtítulos “Mp”) partiram de uma suposição de as rochas serem de idade mesoproterozoica — como hipótese primeira de Gomes (2000) — nominalmente (tidas como) pertencentes ao ciclo Cariris Velhos, “Complexo Gravatá”, o que veio a ser descartado em nossos estudos. No mapa geológico da Paraíba, Santos et al. (2002) aludiram idade paleoproterozoica (“PgmPY” = “Complexo gnáissico-migmatítico”) para os ortognaisses de Piancó e idade mesoneoproterozoica para as rochas dos PPbj, adotando, para esse caso, a designação “Complexo Piancó”. A determinação primeira de Kozuch (2003) de rochas

paleoproterozoicas e alguns outros dados inéditos foram a razão dessa classificação empregada por esses autores.

Nos estudos que realizamos (campo e microscopia), verificamos uma variedade composicional e litológica muito ampla (Figura 6), tanto de rochas gnáissicas biotíticas (típicos paragnaisses) quanto de ortognaisses (Figura 7A). Em ambos os casos, os processos de migmatização variam de fracos (“estromatíticos” predominantes) para tipos bastante complexos de metatexitos e diatexitos, localmente dominantes (Figura 7B). No momento, optamos por não criar designações, mas os termos preexistentes (PPp e PPbj) não são suficientes para discriminar e abrigar a variedade de litotipos ali encontrada. Só um mapeamento geológico de detalhe poderá demarcar unidades litoestratigráficas mais próximas da realidade de campo (que observamos) e mais adequadas. Além disso, há a variedade introduzida com os processos de migmatização, e de algumas outras rochas modeladas por intenso tectonismo nas bordas, sobretudo, mas também no interior do terreno tectonoestratigráfico em análise. Particularmente, esses contextos litoestratigráficos apresentam porções bastante tectonizadas (nas bordas norte-noroeste e sudeste), perlongando os falhamentos das bordas do terreno.

Por todo esse terreno são inúmeras as intrusões de rochas graníticas, de *stocks* a batólitos (presença parcial do clássico tipo “Granodiorito Conceição” — “Serra da Lagoinha”) relacionados com o arco magmático ediacarano subparalelo (a norte) à Zona Transversal, já mencionado anteriormente (Brito Neves et al., 2016).

O chamado “PPbj” é contexto predominante em área de exposição do TSJC (consoante nessas observações de

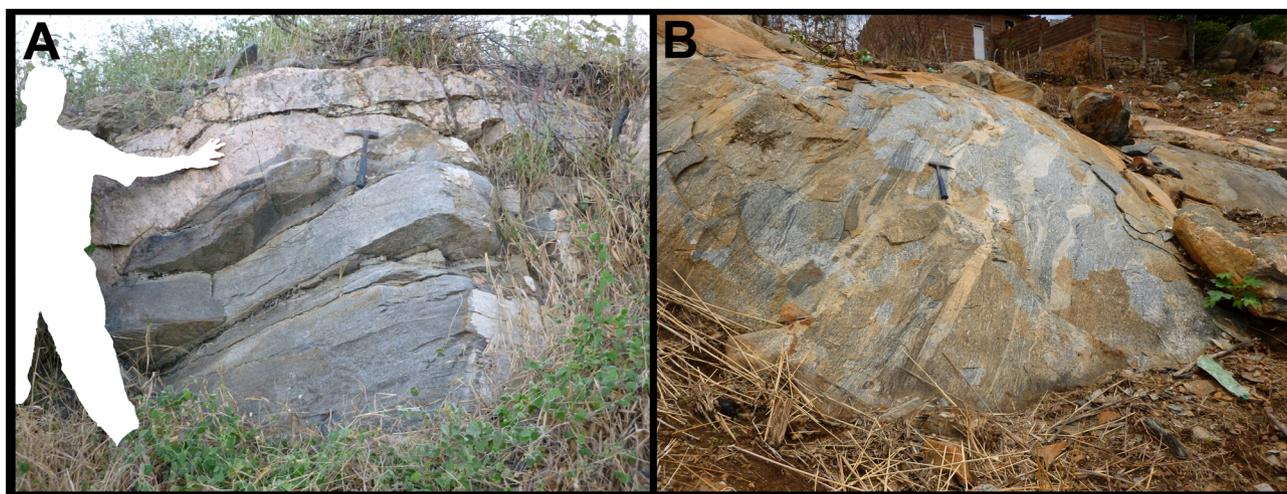


Figura 7. (A) Afloramento em corte de estrada (5 km a norte de Bonito, Paraíba — SJCa-9a) de ortognaisses granodioríticos finos, extremamente laminados (S_p/S_g), parcialmente migmatizados. Vide Figura 9D (idade U-Pb 2212 ± 13 Ma); (B) afloramento no centro da cidade de Serra Grande, Paraíba — SJCa-21. Diatexitos e metatexitos, estes com cisalhamento e *boudinamento* explícitos. Vide Figura 9E (idade U-Pb 2162 ± 12 Ma).

campo), de rochas gnáissicas biotíticas diversas (prováveis paragnaisses) seguidas de ortognaissicas tonalíticas e migmatíticas, com intercalações de anfibolitos e rochas calciossilicatadas. No caso do PPP, este está restrito à pequena área a nordeste do TSJC, bem próximo ao Açude Coremas, onde se destacam rochas ortognaissicas graníticas e tonalíticas, com alguns anfibolitos e rochas calciossilicatadas subordinadas (Figura 6).

A discriminação de idades paleoproterozoicas para essas unidades, em geral, foi expressa pela primeira vez por Santos et al. (2014), baseada em alguns dados ainda inéditos do Centro de Pesquisas em Geocronologia e Geoquímica Isotópica da Universidade de São Paulo (CPGeo-USP) e outros (Kozuch, 2003, de circulação restrita), que serão discutidos apenas no presente trabalho.

Como já reiterado, essas rochas gnáissicas e migmatíticas estão cortadas por inúmeros *stocks* graníticos, do tipo porfirítico (“tipo Itaporanga”, a maioria deles) e de tipos granodioríticos, quartzo dioritos e dioritos (chamados “tipo Conceição”), que são designações corriqueiras em toda a Província Borborema. O limite sudeste do terreno (seu limite com o TAç) é marcado por uma ZC complexa (até 3 km de largura), de movimento sinistral (Archanjo et al., 1999) e que é responsável por alguns empurrões para sudoeste, gerando cavalgamentos sobre as supracrustais neoproterozoicas

(Supergrupo Santana dos Garrotes, do SPAB), a norte da cidade de Conceição, Paraíba.

Dados isotópicos Rb-Sr

Análises pela sistemática Rb-Sr foram realizadas em dez amostras (SJCa-1 a SJCa-10) compostas de gnaisses, migmatitos, leucogranitos e ortognaisses do TSJC (Tabela 2). Razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ abaixo dos valores do manto primordial (0,699) indicam que houve perda de isótopos de Sr e/ou ganho de massa de Rb na maioria das rochas analisadas. Portanto, observou-se claramente que a sistemática isotópica Rb-Sr foi fortemente afetada, possivelmente por processo de migmatização em sistema aberto. Dessa forma, corrobora-se que o uso dessa sistemática deve ser feito com ressalvas como método geocronológico e indicador petrogenético por ser sensível a fracionamentos diante de eventos metamórficos. Nota-se que a sistemática Rb-Sr durante os eventos metamórficos é afetada facilmente, mas não necessariamente apresenta reomogeneização completa. Assim, tanto as idades quanto os parâmetros petrogenéticos obtidos não apresentam significado geológico em razão de o Rb e o Sr estarem presentes em minerais sensíveis a transformações (e.g., biotita e feldspatos). Entretanto, foram os primeiros dados paleoproterozoicos desse terreno que nos entusiasmaram

Tabela 2. Dados analíticos das determinações Rb-Sr nas rochas do Terreno São José do Caiana.

Amostra	Rocha	Local	Coordenadas	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	ϵ (0)	T_{DM} (Ma)	ϵ (T_{DM})	T1 (Ma)	ϵ (T1)	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$
SJCa-1a	Gnaisse	13 km W Itaporanga	5835810 9196400	309,3	14,7	63,416	1,12751	6.004,4	471,0	-28,18	2100	-21.282,18	-0,79204
SJCa-1b	Gnaisse	13 km W Itaporanga	5835810 9196400	31,3	308,4	0,294	0,71278	117,5	2.954,7	-11,70	2100	26,36	0,70388
SJCa-2	Leucognaisse	13,2 km W Itaporanga	5832130 9196520	129,1	578,6	0,646	0,71279	117,7	1.227,8	-23,24	2100	-125,24	0,69324
SJCa-3	Gnaisse Migmatítico	18 km W Itaporanga	5796850 9197184	123,7	410,1	0,875	0,73160	384,7	2.455,9	-15,07	2100	43,94	0,70511
SJCa-4	Migmatito	19,5 km W Itaporanga	5787130 9198118	96,4	177,3	1,579	0,73956	497,7	1.695,4	-20,15	2100	-146,02	0,69178
SJCa-5	Migmatito	4 km W SJC	5717510 9196238	89,6	226,3	1,151	0,75068	655,5	3.027,3	-11,21	2100	196,78	0,71584
SJCa-6	Biotita-gnaisse	7 km W SJC	5717600 9196238	22,5	663,5	0,098	0,71215	108,5	12.946,0	62,47	2100	101,76	0,70917
SJCa-7	Leucogranitoide	12 km W SJC	5676090 9193550	233,7	191,5	3,543	0,73926	493,4	741,1	-26,42	2100	-997,28	0,63202
SJCa-8	Ortognaisse	Sítio Queixada	5569480 9179338	122,0	109,5	3,250	0,78736	1.176,2	1.847,2	-19,14	2100	-185,73	0,68899
SJCa-9	Gnaisse laminado	4 km N Bonito, Paraíba	5541440 9196596	76,0	584,2	0,377	0,70979	75,1	1.594,4	-20,82	2100	-51,81	0,69839
SJCa-10	Gnaisse anfibolítico	20 km N Bonito, Paraíba	5848250 9200094	169,8	968,1	0,508	0,71035	83,1	1.226,5	-23,24	2100	-100,37	0,69498

SJC: São José do Caiana.

para o estudo por métodos mais precisos. Eles estão aqui mantidos para facilitar futuros investimentos em pesquisas (foi muito difícil resgatá-los, face ao ineditismo).

Dados isotópicos Sm-Nd

Pela sistemática Sm-Nd, 15 amostras foram analisadas nas unidades litoestruturais que compõem o TSJC, cujos resultados analíticos estão presentes na Tabela 3.

O predomínio absoluto dos dados obtidos foi o de determinações com T_{DM} apontando idades paleoproterozoicas,

pré-Orosirianas, entre 2,18 e 2,5 Ga, com destaque para três amostras com valores de T_{DM} de 2,4 Ga do Sideriano. Os valores fracamente negativos a positivos de $\epsilon_{Nd}(t)$ entre -3,08 e 2,41 indicam contribuições de propriedades juvenis com pequena contribuição crustal, em quantidades muito próximas. Amostras de leucogranito, anfibólio-gnaiss, migmatito e ortognaiss (SJCa-7, SJCa-10, SJCa-15 e SJCa-18) apresentaram reomogeneização isotópica do sistema Sm-Nd em razão, provavelmente, do evento tectonotermal Brasileiro — destaque azul no gráfico da Figura 8. Essas amostras apresentam idades T_{DM}

Tabela 3. Dados analíticos das determinações Sm-Nd nas rochas do Terreno São José do Caiana.

Amostra	Rocha	Local	Coordenadas	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$\epsilon(0)$	F Sm/Nd	T_{DM} (Ma)	$\epsilon(T_{DM})$	T1 (Ma)	$\epsilon(T1)$
SJC-1a*	Gnaiss	13 km W Itaporanga	5835810 9196400	2,656	10,118	0,1587	0,511870	-14,98	-0,19	2.780,0	2,08	2.100	-4,83
SJC-1b	Gnaiss	13 km W Itaporanga	5835810 9196400	2,006	9,641	0,1258	0,511788	-16,58	-0,36	2.181,1	3,14	2.100	2,41
SJCa-2	Leucognaiss	13,2 km W Itaporanga	5832130 9196520	0,279	1,374	0,1228	0,511661	-19,06	-0,38	2.325,6	2,87	2.100	0,74
SJCa-3	Gnaiss migmatítico	18 km W Itaporanga	5796850 9197184	6,799	42,224	0,0974	0,511135	-29,32	-0,50	2.513,4	2,53	2.100	-2,71
SJCa-4	Migmatito	19,5 km W Itaporanga	5787130 9198118	9,203	50,657	0,1099	0,511402	-24,11	-0,44	2.419,8	2,69	2.100	-0,85
SJCa-5	Migmatito	4 km W São José do Caiana	5740570 9196090	6,604	37,78	0,1057	0,511341	-25,30	-0,46	2.412,8	2,71	2.100	-0,93
SJCa-6	Biognaiss	7 km W São José do Caiana	5717600 9196238	1,136	5,445	0,1262	0,511496	-22,28	-0,36	2.718,4	2,18	2.100	-3,38
SJCa-7	Leucogranito	12 km W São José do Caiana	5676090 9193550	8,927	64,211	0,0841	0,511412	-23,92	-0,57	1.918,9	3,65	600	-15,30
SJCa-8	Ortognaiss	Sítio Queixada	5569480 9179938	6,286	39,48	0,0963	0,511211	-27,84	-0,51	2.387,9	2,75	2.100	-0,94
SJCa-9	Gnaiss	4 km N Bonito, Paraíba	5541440 9196596	3,22	21,105	0,0923	0,511046	-31,06	-0,53	2.519,9	2,51	2.100	-3,08
SJCa-10	Anfibólio-gnaiss	20 km N Bonito, Paraíba	5488250 9200094	13,874	102,68	0,0817	0,511315	-25,81	-0,58	1.997,6	3,49	600	-17,01
96-282	Gnaiss diorítico	2 km S São José do Caiana	5778270 9198551	6,31	43,84	0,0870	0,511062	-30,74	-0,56	2.393,5	2,74	2.100	-1,37
SJCa-15	Migmatítico	19 km W Itaporanga	5789230 9198084	6,675	44,745	0,0902	0,511540	-21,42	-0,54	1.855,4	3,78	600	-13,27
SJCa-16	Migmatito	2 km Capim Verde	5734520 9201472	3,414	21,589	0,0956	0,511190	-28,25	-0,51	2.402,1	2,72	2.100	-1,17
SJCa-18	Ortognaiss	Monte Orebe	5478970 9200990	6,378	49,557	0,0778	0,511289	-26,31	-0,60	1.969,5	3,55	600	-17,22
SJCa-19	Augen-gnaiss	Sul Mata Grande	5569340 9179938	5,487	36,519	0,0909	0,511132	-29,38	-0,54	2.380,6	2,76	2.100	-1,03
SJCa-10	Anfibólio-gnaiss	20 km N Bonito, Paraíba	5488250 9200094	13,874	102,68	0,0817	0,511315	-25,81	-0,58	1.997,6	3,49	600	-17,01

SJC: São José do Caiana; *cálculo por duplo estágio.

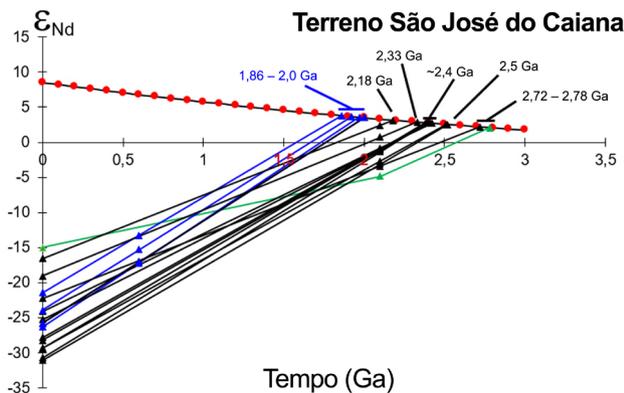


Figura 8. Diagrama de evolução isotópica do Nd das amostras do Terreno São José do Caiana (discussão no texto).

bem mais jovens e distintas das demais, entre 1,8 e 2,0 Ga, bem como valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ bastante negativos, entre -13 e -17, indicando significativa residência prévia e contribuição crustal nesse evento.

Apenas duas amostras apresentaram seus protólitos diferenciados do manto no Neoarqueano, com valores de T_{DM} entre 2,72 e 2,78 Ga e valores fracamente negativos de $\epsilon_{Nd}(t)$ muito próximos (-4,83 e -3,38). Uma delas, um gnaisse granítico (SJCa-1a), apresentou fracionamento adicional entre Sm e Nd, e o modelo de evolução de isótopos de Nd em duplo estágio foi utilizado para o cálculo do T_{DM} (DePaolo et al., 1991), destacado no gráfico da Figura 8.

Assim, no gráfico de evolução do Nd se destacam três agrupamentos distintos no TSJC: o primeiro grupo com valores de T_{DM} orosirianos e de $\epsilon_{Nd}(t)$ bastante negativos (amostras SJCa-7, SJCa-10, SJCa-15 e SJCa-18); o segundo grupo com valores de T_{DM} neoarqueanos e de $\epsilon_{Nd}(t)$ fracamente negativos (amostras SJCa-1a e SJCa-6); e o terceiro grupo com valores de T_{DM} pré-orosirianos e de $\epsilon_{Nd}(t)$ fracamente negativos a positivos (demais amostras).

No presente estudo, podemos especular que as separações manto-crosta se processaram em momentos distintos, consoante a composição de componentes relativamente diferentes (mais máficos e, depois, mais félsicos) para a formação do TSJC. O retrabalhamento desses materiais/rochas colocadas na crosta (advindos do manto) foi intenso, de muitas formas e delongado, a partir do Orosiriano até o Neoediacarano.

Determinações U-Pb

Determinações U-Pb em zircão foram realizadas em cinco amostras (Documento Suplementar – Tabela 2), e assim

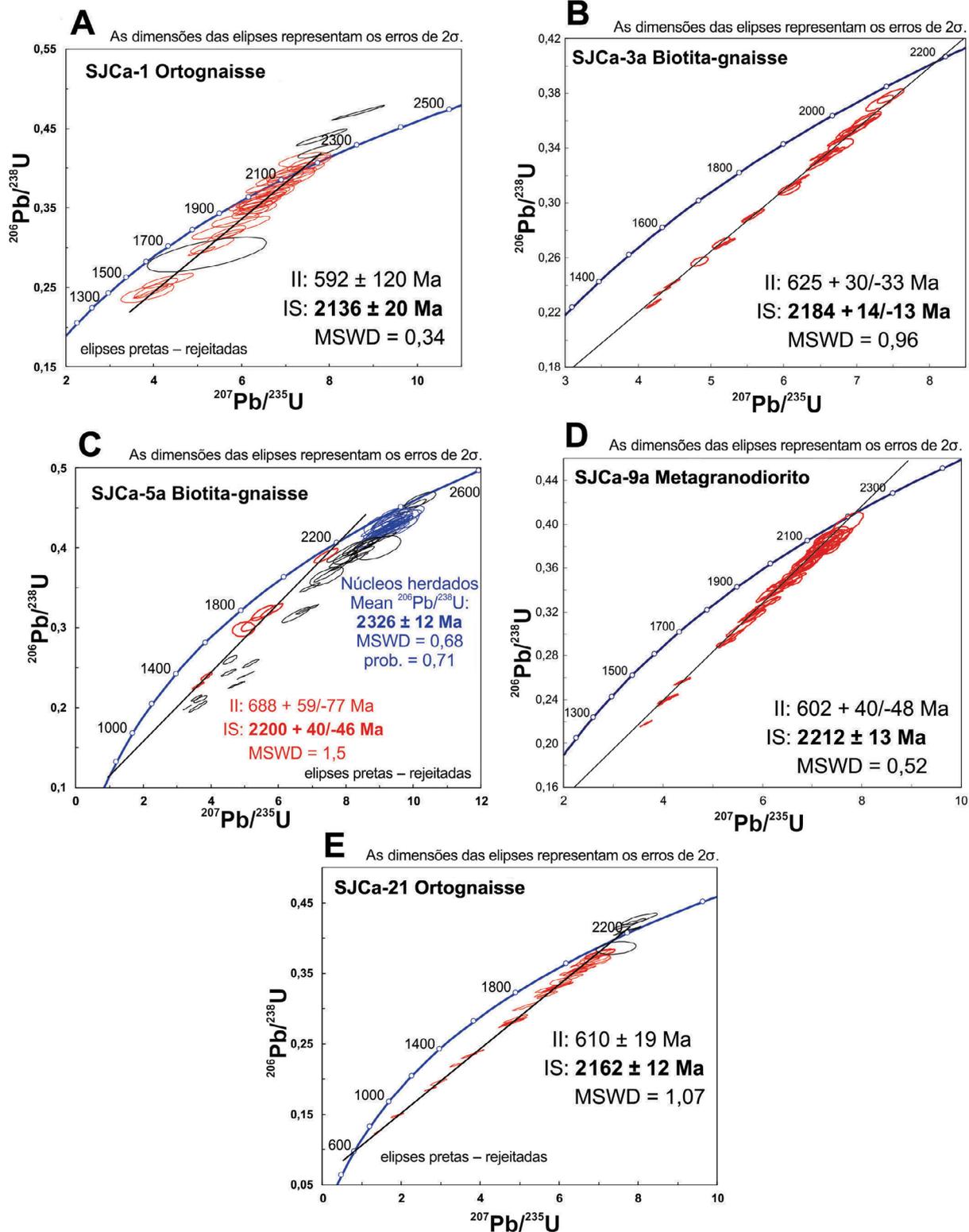
procuramos cobrir vários rincões do TSJC, geralmente em rochas epigrafadas, como as do PPbj que, como já discutimos, inclui uma gama muito variada de paragneisses, ortogneisses e migmatitos. As amostras datadas representativas do embasamento — *basement inliers* — são compostas de biotita-gnaisses, metagranodioritos, ortogneisses (amostra SJCa-9a — Figura 7A) e migmatitos (amostra SJCa-21 — Figura 7B). A amostra SJCa-1 (Figura 9A) representa um ortogneisse localizado a 13 km W de Itaporanga no sentido de Conceição, Paraíba (coordenadas 9196262 – 583411). O leucogneisse (amostra SJCa-3a — Figura 9B) está localizado a 18 km W de Itaporanga, Paraíba (coordenadas 9196926 – 580705). A amostra SJCa-5a (Figura 9C) representa um gnaisse migmatítico situado a 4 km W de São José do Caiana, Paraíba (coordenadas 9196238 – 57175). A amostra SJCa-9a (Figura 9D) foi coletada onde afloram gnaisses granodioríticos laminados (protomiloníticos), a 4 km a norte de Bonito, Paraíba (coordenadas 9196600 – 554144). A amostra SJCa-21 (Figura 9E) é constituída de um ortogneisse migmatizado no centro da cidade de Serra Grande, a leste de São José do Caiana (coordenadas 9166600 – 554144).

Discussão dos dados U-Pb – Terreno São José do Caiana

As amostras SJCa-1, SJCa-3a, SJCa-9a e SJCa-21 apresentaram valores de idades próximas, do Riaciano (entre 2136 e 2209 Ma, com pequenos erros), e valores de *Mean Square Weighted Deviation* (MSWD) geralmente baixos (Figura 9), dados que as caracterizam como de boa qualidade analítica em geral, dignas de crédito. Todas as amostras apresentam perda contínua de Pb, e apesar de erros elevados, mostram interceptos inferiores (ou tendência de idade) para o Neoproterozoico, evidenciando a sobreposição dos eventos do Ciclo Brasileiro em todas essas rochas amostradas.

A amostra SJCa-5a se difere das amostras anteriormente discutidas, pois apresenta um grupo de zircões com idade do Sideriano Superior (2326 ± 12 Ma) e um segundo grupo de zircões que indica idade do Riaciano (ca. 2200 ± 40 Ma), grupo este semelhante às quatro amostras discutidas anteriormente (Figura 9C). A análise das imagens de catodoluminescência indica que as idades siderianas foram obtidas em núcleos antigos (*inherited cores*), que, por sua vez, apresentam bordas com zoneamento oscilatório magmático de idade riaciana (Figura 10). Assim, supõe-se que essa amostra de idade paleoproterozoica registra um retrabalhamento crustal de rochas siderianas da Província Borborema, provavelmente referente a processos tafrogenéticos. Esse dado é corroborado pela sistemática Sm-Nd, que mostrou valor de T_{DM} sideriano, porém valor de $\epsilon_{Nd}(t)$ fracamente negativo, implicando pouca contribuição crustal.

Terreno São José do Caiana



II: intercepto inferior; IS: intercepto superior; MSWD: mean square weighted deviation.

Figura 9. Diagramas Concórdia (U-Pb em zircões) para gnaisses e metagranitoides do Terreno São José do Caiana (discussão no texto).

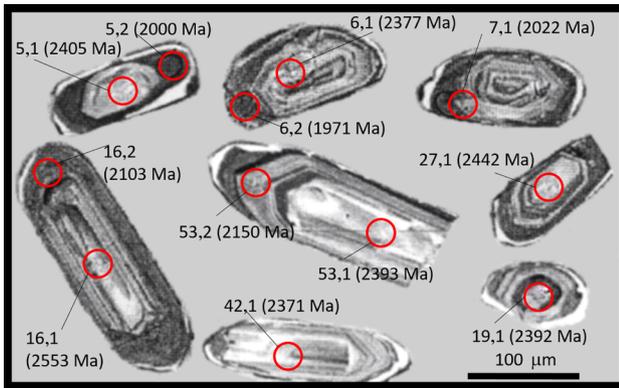


Figura 10. Imagens de catodoluminescência em cristais de zircão da amostra SJCa-5a. Spots e respectivas idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ estão assinalados.

O TERRENO ICAIÇARA, A OESTE DA ZONA TRANSVERSAL

No oeste de Pernambuco, separando duas faixas de dobramentos neoproterozoicas (Ouricuri-Bodocó, a oeste, e Salgueiro-Verdejante, a leste) que são partes do SPAB e situado entre duas importantes ZCs (Trempe, a oeste, e Parnamirim, a leste), está localizado o *inlier* de embasamento que recebeu a designação “Icaíçara” – Tlc (Santos, 1996; Santos et al., 1997), o que é reiterado e discutido no presente trabalho. No trabalho de Lages e Dantas (2016), mais recente, o Tlc está mapeado como composto de gnaisses e migmatitos de composição granodiorítica, com ênfase para *augen*-gnaisses grossos (quartzo sieníticos e monzograníticos). Existe uma unidade superior de capa, composto de biotita-gnaiss bastante bandado (e até rítmico) na parte central do terreno, que foi chamada de “Complexo Barro”, em trabalho anterior de Cruz et al. (2012).

Esse componente mais superior do embasamento — mas que já acoberta um substrato mais antigo preexistente — fora mapeado pelo trabalho do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco/Departamento Nacional da Produção Mineral (CTG-UFPE/DNPM, 1983), sem designação formal (“Cx”, apenas), em escala 1/100.000, com expressão territorial mais ramificada, e equiparado de pronto com o que atualmente se chama Supergrupo Salgueiro (também, naquela oportunidade, designado informalmente de “Cx”), da faixa Parnamirim-Verdejante (essencialmente por características litológicas), situada a leste da folha Icaíçara, a norte e a leste do Tlc. Geralmente, balizando todo o contexto do Tlc, consoante falhamentos importantes (transcorrentes e transpressionais), encontram-se rochas do Supergrupo Santana dos Garrotes, do SPAB.

Esse terreno de direção geral NE-SW apresenta forma de quadrilátero bastante irregular (55 km de comprimento SW-NE, 35 km de largura NW-SE — Figura 11). A sul, é

bordejado e arrastado de forma dextral pelo Lineamento de Pernambuco. No interior desse quadrilátero irregular, a foliação se encontra sinuosamente dobrada, descrevendo tracejado de um padrão de interferência de estruturas praticamente perpendiculares entre si (tipo “caixa de ovos”). O Tlc tem história estrutural complexa, sendo seus limites importantes zonas de falhas, como já mencionado: a oeste, falha do Trempe; a leste, falha de Parnamirim (ambas NNE-SSW); a sul, Lineamento Pernambuco. Além de ter sido penetrado por muitos plutões graníticos (tipo “Serrita”), alguns de tendência trondhjêmica. Têm sido mencionados rochas monzograníticas, monzodioríticas e biotita granitos intrusivos e, entre estes, aqueles de afinidade trondhjêmica — parte do Arco Magmático ediacarano descrito por Brito Neves et al. (2016).

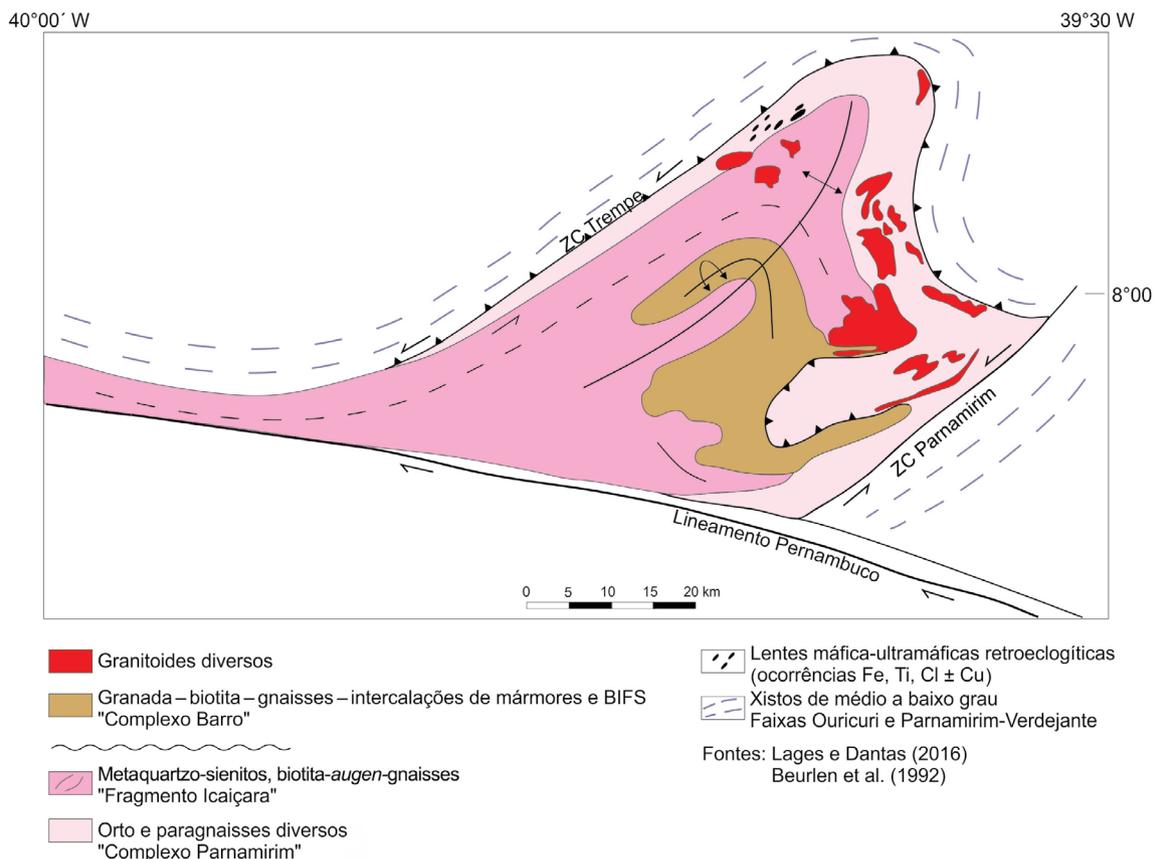
O Tlc é composto essencialmente de rochas gnáissicas (*augen*-gnaisses comuns) de composição quartzo-sienítica a monzonítica (ortoderivados) e gnaisses bandados parcialmente migmatizados, consoante mapeamentos regionais de Cruz et al. (2012), Lages e Dantas, (2016) e CTG-UFPE/DNPM (1983), que foram compilados e estão integrados na Figura 11.

Como mencionado, a ZC a oeste, Trempe, apresenta rejeito dextral com um componente de empurrão de rochas do SPAB por sobre os gnaisses do Tlc. Essa falha (NNE-SSW, ca. 130 km) é bruscamente arrastada a sul pelo Lineamento Pernambuco, do qual se comporta como uma *feather fault*. Essa ZC separa o Tlc do ramo aulacogênico Ouricuri-Bodocó (do SPAB), que fica a oeste, composto de metassedimentos (pelíticos, psamo-pelíticos) de baixo grau.

A ZC de Parnamirim apresenta rejeito sinistral e vai do Lineamento Pernambuco (onde se enraíza), a sul, até, pelo menos, Jati, no Ceará, e marca o limite oriental do terreno (com as supracrustais do SPAB). Essa ZC (> 90 km de comprimento, no mínimo observável) marca o limite oriental do terreno para com as supracrustais do ramo/faixa Parnamirim-Verdejante, de médio a baixo grau (metapelitos, metapsamitos, metaturbiditos, com muitas intercalações vulcânicas, pertencentes ao SPAB). Há também evidências de movimentos transpressionais, associados com o rejeito direcional, jogando as rochas do SPAB (Supergrupo Salgueiro) sobre o Tlc.

Composição e estrutura

O esqueleto central e principal do Tlc é formado por *augen*-gnaisses a biotita, de composição calcioalcalina a alcalina (metaquartzo-sieníticos, metamonzograníticos), geralmente apresentando textura muito grossa, com fácies locais microporfíricas. Trata-se do contexto mais expressivo em área do Tlc, que chama muito a atenção pela sua fisiografia (relevo granítico), pelo solo arenoso e pelos afloramentos muito especiais (para observação de composição e estruturas), chamado informalmente de “Fragmento de Icaíçara”. A Figura 12A mostra o afloramento de ortognaiss granítico a quartzo



ZC: zona de cisalhamento.

Figura 11. Esquema geológico do Terreno Icaçara, entre os paralelos 39°30' e 40°00', na porção oeste da Zona Transversal, no interior (noroeste) do estado de Pernambuco. A colocação tectônica e a composição litoestrutural expressas na legenda são discutidas no texto.



Figura 12. (A) Ortognaisses do chamado “Fragmento de Icaçara”, amostra PAPE-205; (B) gnaisses de Parnamirim, afloramento PAPE-20; (C) metarritmitos (metapsamo-pelitos) de médio a baixo grau do “Complexo Barro”.

sienítico (amostra PAPE-205), de idade paleoproterozoica (vide idade U-Pb — Figura 14B), predominante na porção central do TIC (Figura 11). A textura protomilonítica permite a observação de vários indicadores cinemáticos, indicando, no caso, movimentação tectônica de sudoeste para nordeste.

Foi nesse contexto em que foi primeiramente obtida uma determinação geocronológica paleoproterozoica Pb/Pb de 1969 ± 9 Ma — dados inéditos do Prof. Jardim de Sá, por nós auferidos. Esse contexto ortoderivado é contornado (pelas bordas do TIC) por uma série de rochas gnáissicas (com a

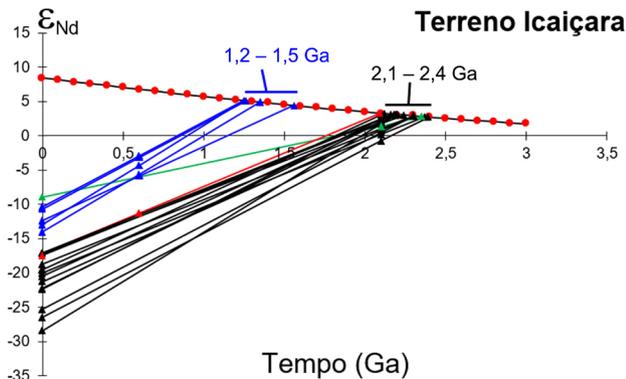


Figura 13. Diagrama de evolução isotópica do Nd para as rochas do Terreno Icaíçara (discussão no texto).

qual mostra frequentes interdigitações), muito variadas em composição, ortoderivadas (graníticas, granodioríticas) e paraderivadas (muscovita gnaisses), metagranitos tipo S, localmente com algumas intercalações de rochas metamáficas e metaultramáficas. Trata-se do que foi chamado de “Complexo Parnamirim” (Figura 12B), que por ser localizado nas bordas oeste e leste do Tlc (Figura 11), foi extremamente tectonizado ao curso das ações das ZCs Trempe e Parnamirim. Em corte rodoviário nas imediações da cidade topônima dos “gnaisse de Parnamirim” (afloramento PAPE-20 — Figura 12B) ocorrem paragnaisses e ortognaisses extremamente bandados que contornam praticamente a área poligonal do Tlc (vide idade U-Pb — Figura 14A).

Encaixadas no interior dessas rochas gnáissicas, há algumas ocorrências de rochas máficas e ultramáficas, de afinidades retroeclogíticas e mineralizações de Fe-Ti (Beurlen et al., 1992; Lages e Dantas, 2016). Dados geocronológicos nessas unidades são necessários (para comprovar ou não a ligação com a zona de subducção do Brasiliano), mas esse tem sido um problema de difícil solução por falta de minerais radioativos apropriados nessas rochas máfico-ultramáficas.

O “Complexo Barro”, que aparece recobrendo os contextos anteriores, é principalmente constituído de gnaisses micáceos e granadíferos, granada xistos rítmicos, localmente migmatizados — por vezes, extremamente bandados (Figura 12C), lembrando metarritmitos. Em corte de estrada na BR-232, próximo a Quixaba, ocorrem metarritmitos (metapsamo-pelitos) de médio a baixo grau do Complexo Barro (Figura 12C). Essa unidade está em uma estruturação de aloctonia (nappismo) sobre as demais unidades. Ela está indicando idade neoproterozoica pelos seus zircões detriticos (vide idade U-Pb — Figura 15). Em trabalhos (inéditos) anteriores, de 1983, do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG-UFPE), essa posição de aloctonia já havia sido registrada e cartografada. Como esse trabalho não foi publicado devidamente, essa proposta de aloctonia permaneceu obscura.

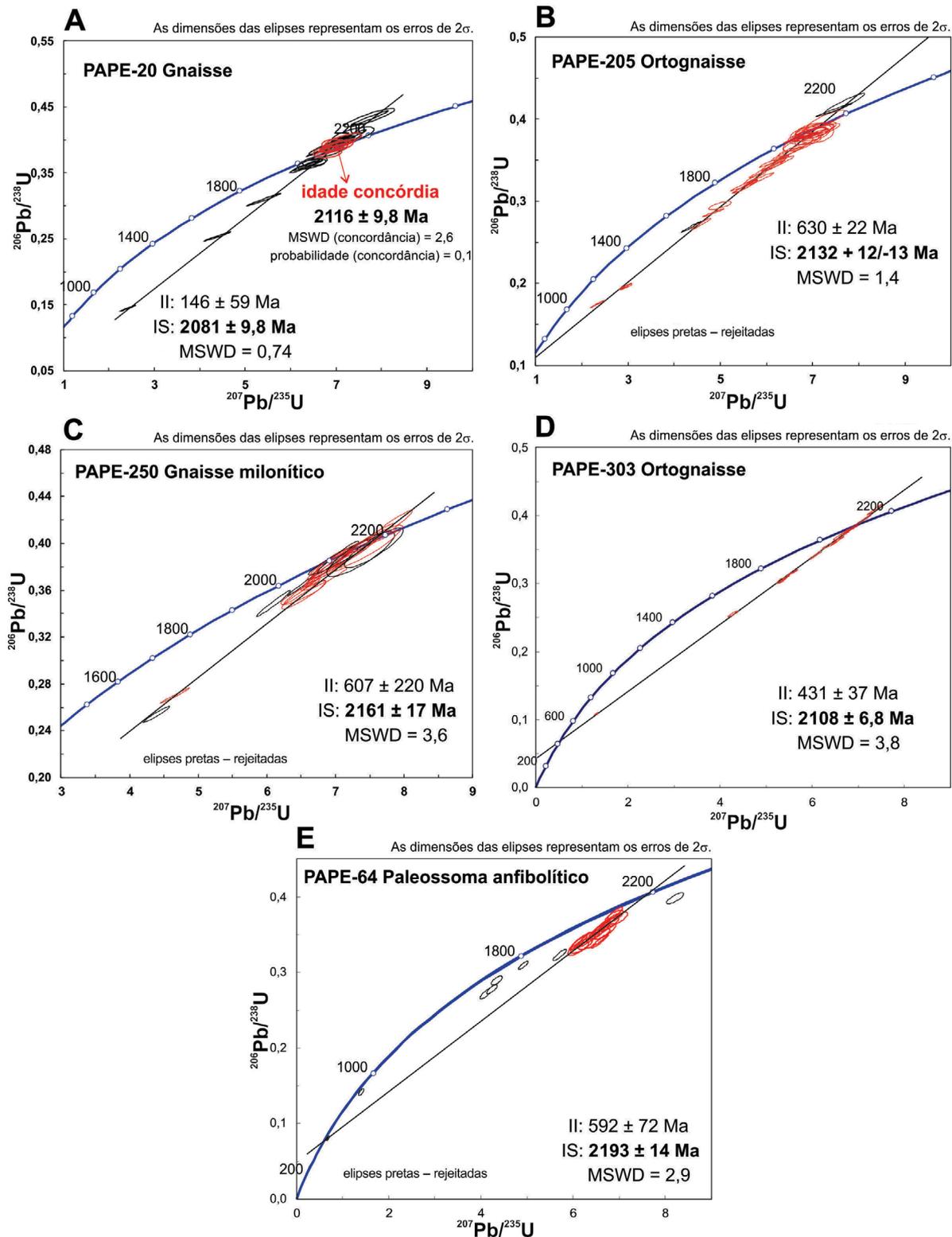
Algumas intercalações de rochas calciossilicatadas e mármore são conhecidas. Trata-se de um contexto difícil de demarcar cartograficamente e estabelecer relações litoestratigráficas com a segurança necessária. No nosso levantamento geocronológico, dispozo dos mapas de Cruz et al. (2012; escala 1/100.000) e de Lages e Dantas (2016; com síntese na escala 1/500.000), conseguimos estabelecer (sem cartografia adequada almejada) e distinguir um contexto mais jovem, pós-Mesoproterozoico, com muitas semelhanças (até mesmo geocronológicas) com o que havíamos obtido no “Supergrupo Salgueiro”, na faixa de dobramento oriental ao Tlc, pertencente ao SPAB (Brito Neves e Campos Neto, 2016). Esse contexto de idades mais jovens foi consignado em amostras a leste da localidade de Quixaba e nas proximidades de vila Icaíçara (que tentamos reproduzir no esquema da Figura 11).

É justo acrescentar aqui que no mapa do Projeto Extremo Oeste de Pernambuco (CTG-UFPE/DNPM, 1983), em escala 1/100.000, de circulação extremamente restrita (jamais publicado), foi feita uma discriminação cartográfica de uma unidade mais velha, “granada muscovita gnaisses” (Bgn), com intercalações quartzíticas e anfíbolíticas (os ortognaisses e os paragnaisses dos embasamentos Icaíçara e Parnamirim, e de uma unidade mais jovem, “xistos, biotita xistos, intercalações calciossilicatadas e corpos lentiformes de mármore”, apelidada de “Cx”). Como as litologias de Bgn (parte de) e Cx são muito próximas (em escala de campo), entendemos por que essa subdivisão não apareceu nos mapeamentos posteriores. Essa unidade Cx correspondia (nesse mapa inédito) ao que foi chamado, posteriormente, de “Complexo Barro” e, em grande parte, ao “Supergrupo Salgueiro” (situado mais a leste), ramo sul do SPAB.

A separação do Complexo Barro ou Cx (ou Salgueiro) das demais unidades do embasamento do Tlc é um fato observável no campo, mas necessita de uma cartografia geológica mais refinada. Como verificamos em campo, a cartografia tem alguns problemas, e isso tem repercussão imediata no trato com os dados geocronológicos.

Do ponto de vista estrutural, o Tlc apresenta um comportamento bastante interessante, traduzido em lineações (subparalelas às margens do terreno) compondo em conjunto um padrão de interferência muito complexo de deformações perpendiculares entre si, como já mencionado. As estruturas predominantes (mais antigas, S_p) são posicionadas na direção N-NE, e estão sendo entrecortadas por estruturas sobrepostas NW-SE (S_{p+1}). Estão sobrepostos a esse padrão complexo geral observado os movimentos transpressionais das ZCs Trempe (a oeste) e Parnamirim (a leste). Associado a esta, podemos identificar frações importantes do “Supergrupo Salgueiro”, do SPAB, jogado por sobre o embasamento do Tlc. Duas superfícies de franco empurrão podem ser detectadas: no bordo leste, na Fazenda Alexandria (NE-SW), mais próxima da ZC Parnamirim, e de Quixaba-Icaíçara (NNE-SSW), na parte mais central do Tlc.

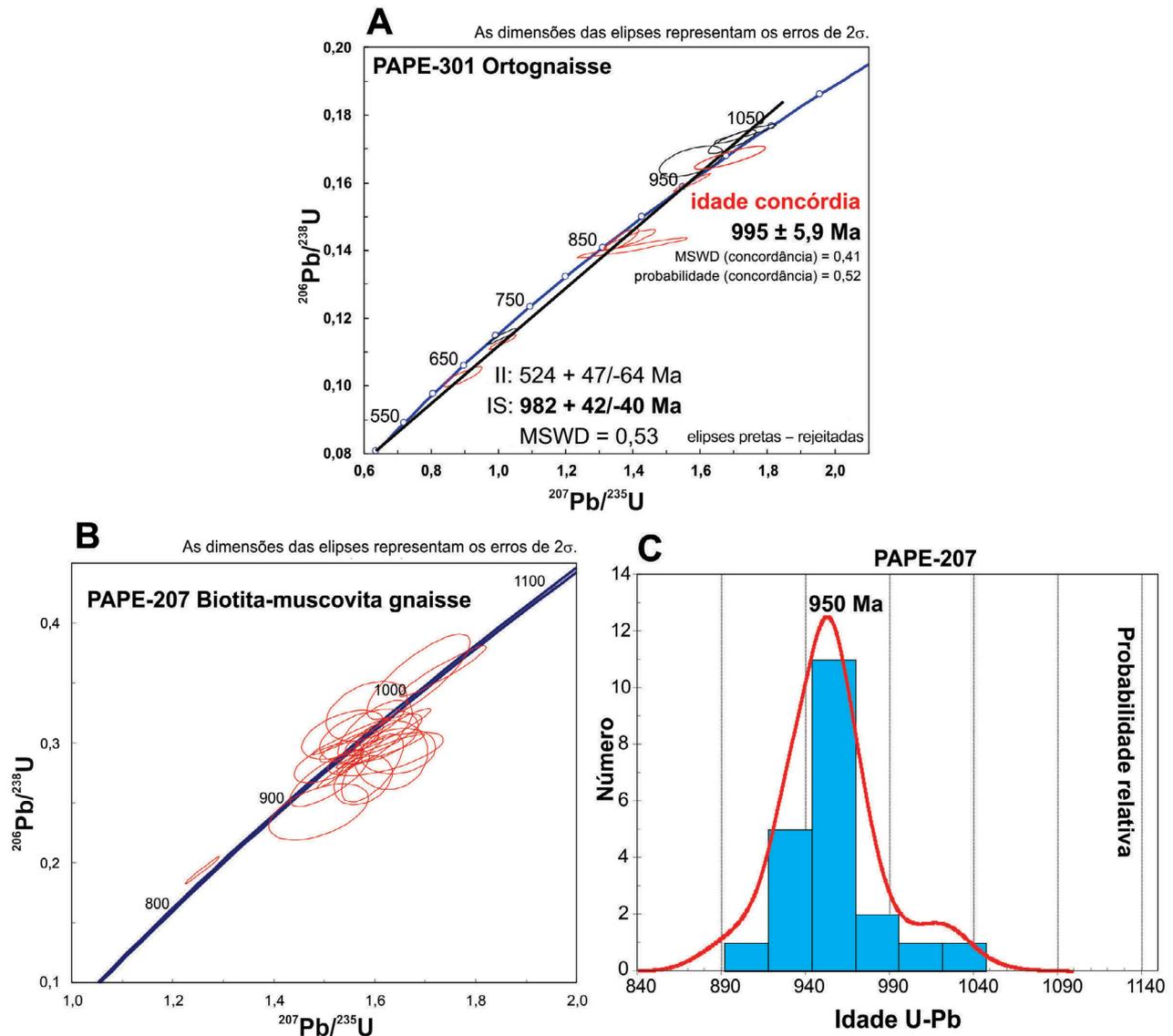
Terreno Icaíçara



IL: intercepto inferior; IS: intercepto superior; MSWD: *mean square weighted deviation*.

Figura 14. Diagramas Concórdia (U-Pb em zircões) para gnaisses e migmatitos do Terreno Icaíçara. (A) Amostra PAPE-20; (B) amostra PAPE-205; (C) amostra PAPE-250; (D) amostra PAPE-303; (E) amostra PAPE-64 (discussão no texto).

Terreno Icaíçara – Complexo Barro



II: intercepto inferior; IS: intercepto superior; MSWD: *mean square weighted deviation*.

Figura 15. Datações U-Pb em zircão para rochas gnáissicas do Complexo Barro. (A) Diagrama Concórdia U-Pb em zircões de ortognaisse granítico fino (amostra PAPE-301); (B) amostra PAPE-207; (C) histograma de probabilidade relativa dos zircões detriticos amostrados no paragnaisse (amostra PAPE-207), plotados somente *spots* com 100 +/- 10% de concordância. Discussão no texto.

Dados isotópicos Rb-Sr

Análises pela sistemática Rb-Sr foram realizadas em sete amostras compostas de gnaisse, migmatitos e ortognaises do TIC (Tabela 4). Igualmente como observado nas rochas analisadas do TSJC, foram obtidas razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ abaixo dos valores do manto primordial (0,699), com indicação de perda de massa de Sr e/ou ganho de massa de

Rb na maioria das rochas analisadas. Portanto, conforme discutido anteriormente, observou-se que a sistemática isotópica Rb-Sr foi fortemente afetada, no entanto sem ter sofrido reomogeneização isotópica completa. Assim, as idades e os parâmetros petrogenéticos obtidos não apresentam significado geológico claro. A Tabela 4 foi elaborada e é apresentada neste trabalho por razões históricas, tendo em vista que esses dados jamais foram publicados, e foi com

Tabela 4. Dados analíticos das determinações Rb-Sr nas rochas do Terreno Icaíçara.

Amostra	Rocha	Local	Coordenadas	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	ϵ (0)	T_{DM} (Ma)	ϵ (T_{DM})	T1 (Ma)	ϵ (T1)	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$
PAPE-53	Cx gnáissico migmatítico	31 km SE Ouricuri	9116344 4102670	68,1	46,9	4,217	0,74310	547,9	686,0	-26,78	2.100	-1.233,27	0,61545
PAPE-111	Ortognaisse	Barro, Pernambuco	9113104 4178280	132,3	204,6	1,879	0,74852	624,9	1.757,1	-19,74	2.100	-147,89	0,69165
VM-34B	Gnaiss	BR-232	9119200 4033000	74,0	147,0	1,464	0,75718	747,8	2.680,3	-13,56	2.100	154,34	0,71286
VM-35B	Gnaiss	BR-232	9117400 4076000	52,0	62,0	2,441	0,76283	828,0	1.760,5	-19,72	2.100	-186,22	0,68896
VM-35C	Gnaiss	BR-232	9117400 4076000	71,0	173,0	1,192	0,74655	596,9	2.675,0	-13,59	2.100	120,07	0,71046
VM-47	Gnaiss	BR-232	9108000 4290000	115,0	121,0	2,767	0,76657	881,1	1.646,3	-20,47	2.100	-273,54	0,68283
VM-49B	Gnaiss	BR-232	9116600 4312000	128,0	111,0	3,366	0,79408	1271,5	1.922,4	-18,64	2.100	-140,04	0,69220

cx.: complexo.

certo trabalho extra (e custoso, como foi no nosso caso) que pudemos resgatá-los.

Dados isotópicos Sm-Nd

Pela sistemática Sm-Nd, 20 amostras foram analisadas nas unidades litoestruturais que compõem o Tlc, cujos resultados analíticos estão apresentados na Tabela 5. Dois grupos distintos são francamente observados no diagrama de evolução isotópica do Nd (Figura 13).

O primeiro grupo (à esquerda do diagrama) está representado por amostras do Complexo Barro, fração de uma *nappe* brasileira, em que se sobrepõem os gnaisses e os migmatitos paleoproterozoicos do Icaíçara (amostras PAPE-111, PAPE-123, PAPE-207B e PAPE-207G). Apresentam T_{DM} de idades mesoproterozoicas, na maioria ectasianas (entre 1,25 e 1,35 Ga), e uma amostra de biotita-gnaiss com T_{DM} calimiano de 1,56 Ga. Os valores de $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ são fracamente negativos, entre -5,9 e -2,95, e indicam pouca contribuição juvenil e certa residência crustal bem marcada.

O segundo grupo está representado pelas rochas do embasamento (Figura 13), cujos protólitos diferenciaram do manto entre 2,1 e 2,39 Ga. Os valores positivos de $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ entre -0,81 e 2,99 indicam contribuições de propriedades juvenis, salvo uma amostra de biotita-gnaiss granítico que apresenta valor fracamente negativo (PAPE-125; -0,74). Ressalta-se que a amostra de *augen*-gnaiss (diferenciada na Figura 13 na cor vermelha), um tectonito-S (amostra PAPE-17), localiza-se no contato ocidental entre o Tlc e a Faixa de Ouricuri-Bodocó. Esse contato é marcado pela ZC Trempe. Sendo assim, essa porção do embasamento foi fortemente envolvida na tectônica brasileira.

Adicionalmente, a amostra representativa do Complexo Migmatítico (amostra PAPE-64) apresenta evolução de

Nd distinta das demais (destacado em verde no gráfico da Figura 13). Essa amostra apresenta valor bem menos negativo de $\epsilon_{\text{Nd}}(0)$, ca. -9, e fracionamento adicional entre Sm e Nd, sendo utilizado para o cálculo de T_{DM} modelo de evolução de isótopos de Nd em duplo estágio (DePaolo et al., 1991).

Como pode ser visto na Tabela 5 e na Figura 13, os dados obtidos de T_{DM} são majoritariamente do Paleoproterozoico. Cabe registrar que, até o momento, não foram encontrados dados do Arqueano no Tlc, diferença significativa em relação aos *inliers* abordados anteriormente, e que deve ser anotada.

Determinações U-Pb

Inicialmente, foram coletadas cinco amostras em unidades distintas do Tlc, observando a natureza litológica (como mostrado na Figura 11). Os dados analíticos U-Pb em zircão estão situados no Documento Suplementar – Tabela 3.

Rochas do embasamento

Foram amostradas as rochas do chamado embasamento, os ortognaises e gnaisses migmatíticos em várias localidades geograficamente distintas e representativas do embasamento (leste, centro-oeste, norte e sul), discriminados a seguir.

A amostra PAPE-20 (Figura 12B), coletada pouco a sudoeste de Parnamirim (coordenadas 9106828 – 433270), compreende gnaisses bandados (parcialmente cisalhados) do Complexo Parnamirim, que abrange para e ortognaises claros e bandados (orto e paragnaises cisalhados). O *augen*-gnaiss (Figura 12A) do chamado “fragmento de Icaíçara” (PAPE-205) está situado na porção centro-ocidental do Tlc, a oeste da Vila de Quixaba (coordenadas 911901 – 403946). Nesses mesmos gnaisses foi coletada a amostra PAPE-250, na porção mais ocidental do Tlc (localidade Riacho do

Tabela 5. Dados analíticos das determinações Sm-Nd nas rochas do Terreno Icaíçara.

Amostra	Rocha	Local	Coordenadas	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	ϵ (0)	F Sm/Nd	T_{DM} (Ma)	ϵ (T_{DM})	T1 (Ma)	ϵ (T1)
PAPE-123	Metaritmito	Barro	418350 9112872	17,351	120,333	0,0872	0,511919	-14,03	-0,56	1.354,1	4,89	600	-5,64
PAPE-53	Augen-gnaiss	31 km SE Ouricuri	410267 9116344	2,021	10,691	0,1143	0,511548	-21,26	-0,42	2.300,4	2,91	2.100	0,81
PAPE-250	Ortognaisse	Riacho Mel	422000 9111066	7,015	37,634	0,1127	0,511638	-19,51	-0,43	2.124,0	3,25	2.100	2,99
PAPE-17	Augen-gnaiss	31 km SE Ouricuri	409402 9116696	13,09	65,947	0,1200	0,511759	-17,15	-0,39	2.091,8	3,31	600	-11,28
PAPE-61	Ortognaisse	21,3 km SE Ouricuri	400869 9120300	5,899	29,052	0,1228	0,511744	-17,44	-0,38	2.182,2	3,14	2.100	2,36
PAPE-64*	Complexo migmatítico	Sul Pitombeiras	425976 9132530	2,192	8,387	0,1580	0,512179	-8,95	-0,20	2.350,0	2,83	2.100	1,39
PAPE-65	Granito-gnaiss	Sul Pitombeiras	9131326 405062	8,513	49,354	0,1043	0,511495	-22,30	-0,47	2.161,2	3,17	2.100	2,45
PAPE-126	Leucognaisse	Riacho Carnaúbas	9166338 427374	1,159	6,606	0,1061	0,511497	-22,26	-0,46	2.194,9	3,11	2.100	2,01
PAPE-124	Ortognaisse	NW Parnamirim	425421 9109796	9,094	43,661	0,1260	0,511757	-17,19	-0,36	2.239,8	3,03	2.100	1,77
PAPE-125	Biotita-gnaiss granito	Pau Grande	9162628 434263	3,904	23,405	0,1009	0,511284	-26,41	-0,49	2.385,9	2,75	2.100	-0,74
PAPE-18	Granitoide	Quixaba	414022 9114718	6,931	34,102	0,1229	0,511677	-18,75	-0,38	2.300,8	2,91	2.100	1,02
PAPE-19	Gnaiss	WNW Quixaba	410186 9116364	5,516	33,168	0,1006	0,511344	-25,24	-0,49	2.296,4	2,92	2.100	0,51
PAPE-111	Gnaiss	Barro, Pernambuco	487828 9113104	20,584	126,472	0,0984	0,512091	-10,67	-0,50	1.259,0	5,11	600	-3,15
PAPE-20	Gnaiss laminado	Parnamirim, Pernambuco	433270 9106228	9,733	70,322	0,0837	0,511179	-28,46	-0,57	2.190,6	3,12	2.100	1,81
PAPE-205	Ortognaisse	W Quixaba	9119014 403946	9,461	46,185	0,1239	0,511762	-17,09	-0,37	2.178,0	3,14	2.100	2,42
PAPE-206	Biotita-gnaiss	W Quixaba	9110000 403000	6,958	50,335	0,0836	0,511973	-12,97	-0,58	1.254,2	5,12	600	-4,32
PAPE-207B	Biotita-gnaiss	E Quixaba	9113554 416664	8,845	47,683	0,1122	0,512004	-12,37	-0,43	1.557,6	4,43	600	-5,90
PAPE-207G	Gnaiss	E Quixaba	9113554 416674	21,56	130,837	0,0996	0,512106	-10,38	-0,49	1.252,5	5,13	600	-2,95
97-014a	Augen-gnaiss	6 km W Parnamirim	433050 9107681	3,84	20,69	0,1122	0,511589	-20,46	-0,43	2.188,9	3,12	2.100	2,16
97-014b	Augen-gnaiss	6 km W Parnamirim	433050 9107681	3,93	19,63	0,1211	0,511611	-20,03	-0,38	2.365,9	2,79	2.100	0,23

*cálculo por duplo estágio.

Mel, BR-232; coordenadas 9120994 – 400885), que compreende ortognaisse protomiloníticas afetados por empurramento da ZC Trempe.

Rochas da Fazenda Pitombeira, na porção centro-norte do T1c, próximos das ocorrências “ofiolíticas” (coordenadas 9132530 – 425976), são compostas de migmatitos finamente bandados. A amostra PAPE-64 foi coletada no paleossoma anfibolítico a biotita de um migmatito estromatítico de grande expressão em área.

Amostra de ortognaisse leucograníticas (PAPE-303) interceptando rochas metassedimentares foi coletada em

grande corte ferroviário — Ferrovia Transnordestina —, a sul da Vila de Quixaba, Pernambuco, praticamente no centro geográfico do T1c (coordenadas 9113860 – 413759).

Os resultados obtidos nas rochas do embasamento (Figuras 14A a 14E) são relativamente concordantes, indicando idades do Riachiano Superior entre 2108 e 2193 Ma (Figura 14). As amostras apresentam perda contínua de Pb, e apesar dos altos erros no intercepto inferior, sugerem, em sua maioria, eventos sobrepostos do Brasiliano.

Pequena exceção é observada no diagrama da amostra PAPE-303, cujo intercepto inferior indica idade siluriana (a que

não se pode atribuir significado geológico). Ressalta-se ainda que para a amostra PAPE-20 tanto as frações concordantes (elipses verdes) quanto a reta da discórdia apontam idades muito similares do Riáciano Superior (Figura 14A).

Complexo Barro

Com relação ao Complexo Barro, obtivemos amostras na Vila de Icaçara (centro-sul do Tlc) e a leste da Vila de Quixaba (ao sul de Icaçara), Pernambuco. A amostra de ortognaisse (PAPE-301) foi coletada em afloramento a 1 km norte da Vila Icaçara, Pernambuco (coordenadas 9105934 – 412722), e a amostra de paragnaisse (PAPE-207), coletada a leste da Vila de Quixaba, Pernambuco, a cerca de 5 km do contato com os ortognaisses paleoproterozoicos (coordenadas 9113152 – 417709).

A primeira amostra é de gnaisse granítico fino homogêneo, pouco laminado tectonicamente (PAPE-301). O diagrama U-Pb (Figura 15A) mostra idade concordante em $995 \pm 5,9$ Ma, referente a um dos poucos cristais de zircão que preserva zoneamento setorial magmático (Figura 16, *spot* 3.1), assim como os cristais referentes aos *spots* 5.1 e 9.1, estes com idades discordantes. Quando as frações são analisadas em conjunto, apresentam intercepto superior toniano (ca. 982 Ma) e intercepto inferior que sugere evento Neoproterozoico. A análise das imagens de catodoluminescência sugere que os cristais de zircão mais jovens, com idades discordantes, apresentam texturas similares a zircões hidrotermais.

A amostra PAPE-207 (Figuras 15B e 15C) representa um paragnaisse rico em biotita, bandado, cortado por filões ígneos. Apesar dos poucos pontos analisados para uma rocha paraderivada, em histograma de probabilidade relativa, a amostra apresentou proveniência unimodal toniana entre 893 e 1023 Ma dos zircões detríticos amostrados, e

contribuição principal de fontes com idades em torno de 950 Ma (Figura 15C). A idade máxima de sedimentação considerada para o Complexo Barro foi obtida em cristal de zircão com ca. 893 Ma.

DISCUSSÃO

Os dados obtidos na análise litológica e estrutural no embasamento dos três terrenos se mostraram assemelhados e coerentes, no tocante às litologias presentes e nos dados geocronológicos preliminares auferidos. Há predomínio de ortognaisses e supracrustais variadas (com intensos processos de migmatização em todos eles). O Tlc, como será discutido, apresenta peculiaridades não registradas nos demais terrenos.

Os dados isotópicos obtidos pela sistemática Sm-Nd nos três terrenos são comparáveis, com valores de T_{DM} do Paleoproterozoico ao Arqueano (entre 2,0 e 2,7 Ga) — exceção às rochas de idades e/ou retrabalhadas no Brasiliano que apresentaram T_{DM} no Ectasiano (TAç) e Orosiriano (TSJC). As idades modelo T_{DM} obtidas nas rochas metassedimentares do “Complexo Barro” (Tlc), entre o Ectasiano e o Calimiano, por representarem composições isotópicas médias de uma dada área, podem corresponder, de um modo geral, à idade “média” da área-fonte. Vale salientar que no Tlc nenhuma indicação de contribuição arqueana foi registrada, ou seja, houve ausência de formação de crosta nesse período, o que distingue (em parte) esse terreno dos demais até o momento. Característica marcante desses terrenos são os valores fracamente negativos a positivos de $\epsilon_{Nd}(t)$, o que sugere que essas rochas apresentam contribuições do manto superior com pouca ou nenhuma contribuição crustal.

As rochas dos terrenos analisados mostraram idades U-Pb em zircão similares, com valores entre ca. 2050 e 2200 Ma,

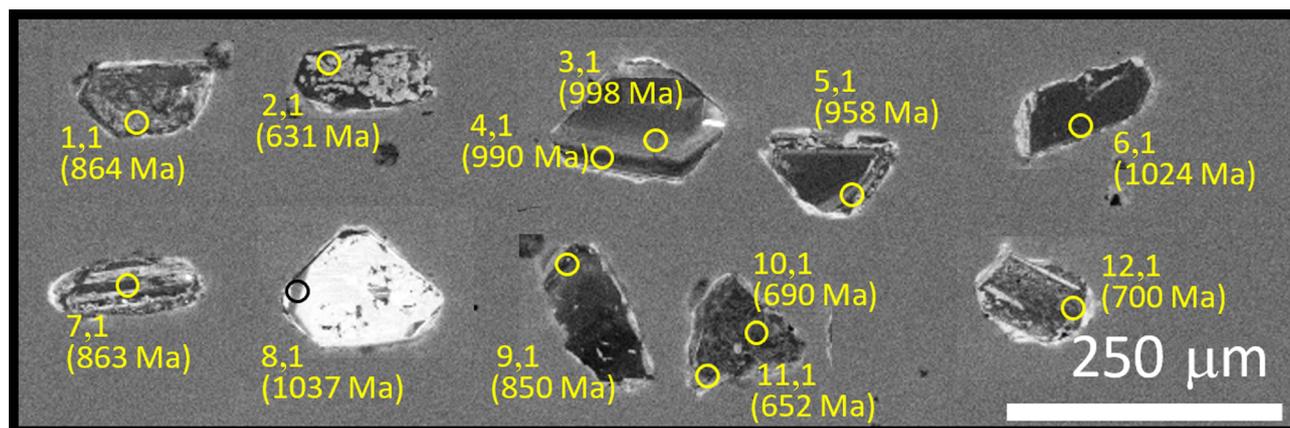


Figura 16. Imagens de catodoluminescência em cristais de zircão da amostra PAPE-301. *Spots* e respectivas idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ estão assinalados.

absolutamente encaixados dentro do sistema Riáciano do Paleoproterozoico. Merece destaque uma amostra dos migmatitos do TSJC (SJCa-5a) com duas idades bem marcadas no Diagrama Concórdia: uma do Riáciano (ca. 2200 Ma) e outra do Sideriano Superior (ca. 2320 Ma), esta referente a núcleos herdados de zircão. Assim, interpreta-se que essa rocha de idade riáciana, apesar da contribuição mantélica observada pelo valor fracamente positivo de $\epsilon_{Nd}(t)$, foi originada por algum retrabalhamento de crosta sideriana.

Distintamente das demais unidades, as rochas do “Complexo Barro” se cristalizaram no Toniano Inferior. As análises U-Pb em zircões detríticos das rochas paraderivadas desse complexo indicam idade máxima de sedimentação em ca. 890 Ma, sendo a fonte principal (praticamente unimodal) desses sedimentos igualmente toniana — face ao conhecimento geológico regional. Assim, esses dados possivelmente podem ser associados a processos do Ciclo Cariris Velhos, mas não necessariamente. As características estruturais de aloctonia (napismo) sobre o Tlc estão bem marcadas no campo. A definição do ciclo de evolução Neoproterozoico demanda trabalhos adicionais. Resultados geocronológicos semelhantes têm sido encontrados nos metassedimentos da Faixa Parnamirim-Verdejante (no Supergrupo Salgueiro), a leste do Tlc (mas são dados ainda inéditos).

Esses três terrenos, frações poligonais irregulares do embasamento da Zona Transversal, delimitados por ZCs do Brasiliano, preenchem todas as características de terrenos tectonoestratigráficos dispersos (*dispersed terranes*, consoante Howell (1995), entre outros clássicos do tema).

O resumo das características dos terrenos tectonoestratigráficos gnáissico-migmatíticos da parte ocidental da Zona Transversal da Província Borborema aqui abordados, e o confronto comparativo deles, podem ser vistos em Brito Neves (2019).

CONCLUSÕES

A Zona Transversal, subdomínio central da Província Borborema — delimitada por dois lineamentos E-W de magnitude transcontinental (Patos-Garoua, a norte, e Pernambuco-Adamawa, a sul) —, apresenta um clássico e variado mosaico estrutural de faixas móveis (com supracrustais neoproterozoicas) alternando com exposições de altos do embasamento paleoproterozoico. A composição, a estrutura e a alocação desses altos do embasamento — *basement inliers* e/ou terrenos tectonoestratigráficos — apresentam semelhanças que nos permitem admitir que são partes dispersas de um contexto mais amplo do embasamento (principalmente do Riáciano) dessas faixas móveis. Isso se complementa quando também são verificados os contextos geocronológico e geotectônico.

Do ponto de vista composicional, predominam orto e paragneisses, com supracrustais vulcanossedimentares, em

segundo plano, geralmente da fácies anfibolitos. Essas rochas do embasamento regional são, em geral, de idades do Riáciano, com alguns protólitos arqueanos muito localizados (dados U-Pb). Além dessas características semelhantes de composição e idade, os três terrenos estudados, na parte centro-ocidental da Zona Transversal (estados da Paraíba e de Pernambuco), já foram confrontados em quadro-síntese precedente (Brito Neves, 2019).

Do ponto de vista estrutural, apresentam características de domínios poligonais irregulares, fomentadas pela trama excepcional de ZCs, consorciadas com os lineamentos Patos (a norte) e Pernambuco (a sul) e suas respectivas *feather faults*. Essa trama de cisalhamento consorciado — discutida em vários trabalhos já publicados — é a responsável pela exaltação e pela exposição desses *basement inliers*, consoante vetores verticais da transpressão. Eles se comportam como *mega-boudins* dispersos e soerguidos pela trama cisalhante, como “altos”. Porém, podemos afirmar com alguma segurança que não foram elevações precursoras da paleogeografia regional.

Os dados geocronológicos desses *inliers* apontam, na sua maioria, idades dentro do contexto do período Riáciano, do Paleoproterozoico, consoante os dados U-Pb em zircão, muito assemelhados. Muito localmente, de forma restrita há indicação da possibilidade de tratos (reliquiários) de rochas do arqueano (caso do TSJC).

As características litológicas, isotópicas e geocronológicas similares desses terrenos aqui apresentadas permitem considerá-los como tendo participado de uma entidade única no pré-Mesoproterozoico, que posteriormente foi segmentada e dispersa em razão da atuação das ZCs. Com relação à geotectônica, esses *mega-boudins* dispersos e soerguidos pela trama cisalhante, consoante todas as características anteriormente discutidas, encaixam-se na definição de terrenos tectonoestratigráficos (*e.g.*, consoante o clássico trabalho de Howell, 1995).

AGRADECIMENTOS

Toda a pesquisa conduzida neste trabalho, viagens de campo e custos laboratoriais foram patrocinados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob a égide do Processo/concessão 2013/09484-0. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) foi responsável pela Bolsa de Pesquisador 1-A do autor sênior, que muito contribuiu para que a pesquisa fosse desenvolvida. Colegas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc/USP) e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) foram especialmente gentis, com o fornecimento de dados inéditos e por produtivas discussões, sempre que instados. A todos, nossos agradecimentos sinceros.

REFERÊNCIAS

- Archanjo, C. J., Silva, E. R., Caby, R. (1999). Magnetic fabric and pluton emplacement in a transpressive shear zone system: The Itaporanga porphyritic granite pluton (northeast Brazil). *Tectonophysics*, 312(2-4), 331-345. [https://doi.org/10.1016/s0040-1951\(99\)00176-6](https://doi.org/10.1016/s0040-1951(99)00176-6)
- Beurlen, H., Silva Filho, A. F., Guimarães, I. P., Brito, S. B. (1992). Proterozoic C-type eclogites hosting unusual Ti-Fe-Cr-Cu mineralization in Northeastern Brazil. *Precambrian Research*, 58(1-4), 195-214. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(92\)90119-9](https://doi.org/10.1016/0301-9268(92)90119-9)
- Bittar, S. M. B. (1998). *Faixa Piancó-Alto Brígida: Terrenos Tectono-estratigráficos com regimes metamórficos e deformacionais contrastantes*. Tese (Doutorado). São Paulo: Instituto de Geociências – USP. <https://doi.org/10.11606/T.44.1999.tde-18112015-101917>
- Brito Neves, B. B. (2019). Terrenos Tectonoestratigráficos e/ou “Maciços”. Evolução do conceito e aplicação na Zona Transversal da Província Borborema. *Terrae Didática*, 15, e019020. <https://doi.org/10.20396/td.v15i0.8655818>
- Brito Neves, B. B., Campos Neto, M. C. (2016). A Faixa de Dobramentos do Rio Salgado- noroeste da Zona Transversal- Província Borborema (PB-CE). *Geologia USP. Série Científica*, 16(3), 3-17. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v16i3p3-17>
- Brito Neves, B. B., Campos Neto, M. C., Van Schmus, W. R., Santos, E. J. (2001). O Sistema Pajeú-Paraíba e o Maciço São Jose de Campestre no leste da Borborema. *Revista Brasileira de Geociências*, 31(2), 173-184. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2001312173184>
- Brito Neves, B. B., Passarelli, C. R., Basei, M. A. S., Santos, E. J. (2003). Idades U-Pb em Zircão de Alguns Granitos Clássicos da Província Borborema. *Geologia USP. Série Científica*, 3, 25-38. <https://doi.org/10.5327/S1519-874X2003000100003>
- Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Fuck, R. A., Santos, L. M. (2016). A preserved early Ediacaran magmatic arc at the northernmost portion of the Transversal Zone, central subprovince of the Borborema Province, Northeastern South America. *Brazilian Journal of Geology*, 46(4), 491-508. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201620160004>
- Brito Neves, B. B., Van Schmus, W. R., Campos Neto, M. C. (2018). Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida (PE-PB-CE), Regionalização geotectônica e geocronologia. *Geologia USP. Série Científica*, 18(4), 149-171. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v18-142182>
- Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco / Departamento Nacional da Produção Mineral (CTG-UFPE/DNPM) (1983). *Projeto Extremo Oeste de Pernambuco, Escala 1/100.000*. Relatório de conclusão do curso de Geologia. Universidade Federal de Pernambuco.
- Cruz, R. F., Marinho, M. S., Oliveira, R. G. (2012). *Carta Geológica Folha SC. 24-V-B-II Parnamirim*. Brasil: Serviço Geológico do Brasil.
- DePaolo, D. J. (1988). *Neodymium Isotope Geochemistry: An Introduction*. Heidelberg: Springer Verlag, 187 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48916-7>
- DePaolo, D. J., Linn, A. M., Schubert, G. (1991). The continental age distribution: methods of determining mantle separation ages from Sm–Nd isotopic data and application to the southwestern United States. *Journal of Geophysical Research*, 96(B2), 2071-2088. <https://doi.org/10.1029/90JB02219>
- Gibbons, W. (1994). Suspect Terranes. In: P. L. Hancock (Ed.), *Continental Deformation* (p. 305-319). Oxford, Nova York, Seoul, Tóquio: Pergamon Press.
- Gomes, H. A. (2000). *Carta Geológica da Folha SB-24-Z. Serra Talhada SB-24-Z-C. Escala 1/250.000*. Recife/Brasília: Serviço Geológico do Brasil (CPRM).
- Gomes, H. A. (2001). *Mapa Geológico do Estado de Pernambuco, escala 1/500.000*. Brasília/Recife: Serviço Geológico do Brasil (CPRM)/Secretaria de Desenvolvimento, Turismo e Esportes do Governo de Pernambuco.
- Guimarães, I. P., Van Schmus, W. R., Brito Neves, B. B., Bittar, S. M., Silva Filho, A. F., Armstrong, R. (2012). U Pb zircon ages of orthogneisses and supracrustal rocks of the Cariris Velhos belt: onset of Neoproterozoic rifting in the Borborema Province, NE Brazil. *Precambrian Research*, 192-195, 52-77. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.10.008>
- Howell, D. G. (1995). *Principles of Terrane Analysis: New Applications for the Global Tectonics*. 2. ed. Londres: Chapman & Hall, 235 p.
- Kozuch, M. (2003). *Isotopic and Trace elements Geochemistry of Early Neoproterozoic Gneissic and Metavolcanic Rocks in the Cariris Velhos Orogen of the Borborema Province, Brazil, and their bearing on Tectonic Setting*. Tese (PhD). Lawrence: Department of Geology, Faculty of the Graduate School, University of Kansas, 199 p.

- Lages, G. A., Dantas, E. L. (2016). Floresta and Bodocó Mafic-Ultramafic Complexes, western Borborema Province, Brazil: Geochemical and isotope constraints for evolution of a Neoproterozoic arc environment and retro-eclogite hstoted Ti-mineralization. *Precambrian Research*, 280, 95-119. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2016.04.017>
- Mariano, G. (1989). *Magma mixing of a potassic calc-alkaline pluton: the Itaporanga batholith, State of Paraíba, Northeast Brazil*. Thesis (PhD). Athens: Department of Geology, University of Georgia, 180 p.
- Medeiros, V. C. (2004). *Evolução geodinâmica e condicionamento estrutural dos terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, Domínio da Zona Transversal, NE do Brasil*. Tese (Doutorado). Natal: Centro de Ciências Exatas e da Terra – UFRN, 185 p. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/105>>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- Santos, E. J. (1996). Ensaio Preliminar sobre Terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema. *XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia*, 47-50. Salvador: SBG. Disponível em: <<http://www.sbgeo.org.br/home/pages/44>>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- Santos, E. J., Ferreira, C. A., Silva Junior, J. M. P. (2002). *Mapa Geológico do Estado da Paraíba, escala 1/500.000*. Recife / João Pessoa: CPRM – Serviço Geológico do Brasil/ Secretaria Extraordinária de Recursos Minerais da Paraíba.
- Santos, E. J., Oliveira, R. G., Paiva, I. P. (1997). Terrenos no domínio transversal da Província Borborema: controles sobre acreção e retrabalhamento crustais ao sul do Lineamento Patos. *XVII Simpósio de Geologia do Nordeste*, 141-144. Fortaleza: SBG/Núcleo Nordeste.
- Santos, E. J., Souza Neto, J. A., Silva, M. R. R., Beurlen, H., Cavalcanti, J. A. D., Dias, V. M., Costa, A. F., Santos, L. C. M. L., Santos, R. B. (2014). Metalogênese das porções norte e central da Província Borborema. In: M. G. Silva, M. B. Rocha Neto, H. Jost, R. Kuyumijian (Eds.), *Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*, 343-388. Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil.
- Van Schmus, W. R., Kozuch, M., Brito Neves, B. B. (2011). Precambrian history of the Zona Transversal of the Borborema Province, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 31(2-3), 227-252. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.010>