

Sistema de dobramentos Piancó-Alto Brígida (PE-PB-CE), Regionalização geotectônica e geocronologia *Piancó-Alto Brígida branching system of orogens (PE-PB-CE), Tectonic regionalization and geochronology*

Benjamim Bley de Brito Neves¹ , William Randall Van Schmus², Mario da Costa Campos Neto¹ 

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

²University of Kansas, Lawrence, Kansas, USA (rvschmus@ku.edu)

Recebido em 04 de janeiro de 2018; aceito em 23 de outubro de 2018

Resumo

O Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida (SPAB) situa-se na porção central a centro-ocidental da Zona Transversal, da Província Borborema, nos Estados da Paraíba e do Pernambuco e em parte do Estado do Ceará. Trata-se do produto de um desenvolvimento orogenético na passagem Criogeniano-Ediacarano (630–580 Ma, acreção seguida de colisão), levando à inversão vigorosa de uma pretérita bacia de sedimentação marinha costeira. O limite ao norte é marcado pelo Lineamento de Patos e o ao sul é balizado pelo Lineamento Pernambuco. O contexto paleogeográfico (e litoestratigráfico) original é de reconstituição difícil devido aos eventos de deformação (pelo menos três fases) e metamorfismo, lateralmente variável de muito baixo, baixo a médio graus, seguidos de uma importante fase de tectônica extrusional tardia. O SPAB se encontra hoje geológico-geograficamente ramificado em diferentes faixas, separadas por alguns *basement inliers*, paleoproterozoicos/“terrenos”, expressivos em área e importantes partícipes dos eventos de deformação. Os principais litotipos presentes no SPAB se enquadram nas típicas assembleias quartzito-pelito-calcário (QPC) com a característica primordial da grande ritmicidade. Os gradientes metamórficos são de muito baixo, baixo e médio graus (nesse último caso, para o sul, faixa do interior de Pernambuco, “Supergrupo Salgueiro”). Nas zonas proximais dos contatos com o embasamento, consoante a linhas de falhas importantes, são registrados brechas e conglomerados polimícticos, arenitos imaturos, metagrauvascas e metacórseos (Formação Olhos d’Água). Embora haja várias contribuições, de diversas fontes, ao longo dos últimos 50 anos, em diferentes tempos e propósitos, uma discriminação da litoestratigráfica satisfatória ainda não foi possível. De sorte que todos os termos litoestratigráficos devem ser encarados como informais e provisórios. Múltiplos trabalhos de reconhecimento em geocronologia foram realizados aleatoriamente nesse sistema nas últimas décadas. Nos últimos anos, uma campanha sistemática de obtenção de dados geocronológicos com os métodos Sm-Nd e U-Pb (Thermal Ionization Mass Spectrometry – TIMS, Laser Ablation e Sensitive High Resolution Ion Micro Probe – SHRIMP) procurou sistematizar a evolução geocronológica do SPAB. Esse conjunto de dados está aqui integrado e apresentado, enfocando a importância de diferentes fontes de sedimentação (Neo >> Meso e Paleoproterozoicas), junto com os aspectos da evolução estrutural e geotectônica, com ênfase nos períodos do Criogeniano para o Ediacarano.

Palavras-chave: Província Borborema; Sistema Piancó-Alto Brígida; Tectônica; Geocronologia U-Pb e Sm-Nd.

Abstract

The Piancó-Alto Brígida branching system of orogens (SPAB) is in the central and center-western part of the Transversal Zone, of Borborema Province, in the states of Paraíba, Pernambuco and Ceará. It is a final tectonic product of an orogenic development during Cryogenian-Ediacarian periods. The original paleogeographic (and lithostratigraphic) scenery is of difficult reconstitution due to tectonic events (at least three different phases of folding), with lateral variations of the metamorphism’s degree from very low to low grade. These events were followed by an important final phase of escape tectonics (extrusion). Today, the SPAB is geographically branched into different fold belts, bounded by some Paleoproterozoic basement inliers that are expressive both in area and participation in the regional deformation. The main lithological assemblages present in the SPAB belts may be classified as part of typical QPC (quartzite-pelite-carbonate) assemblages, with a striking characteristic of remarkable rhythmicity, as well as the metamorphic gradient very low to low grades up to

medium grade (to the belt of the interior of Pernambuco “Supergurpo Salgueiro”). Along the zones near the contacts with the basement (following important fault lines) polymictic breccias and conglomerates, immature sandstones and arkoses (“Formação Olhos d’Água”) are recorded. Even though there are many sources of scientific contributions on this subject in the last 50 years, at different times and purposes, a satisfactory lithostratigraphic classification was not possible. So all the lithostratigraphic terminology (here discussed) should be faced as informal and provisory. Many reconnaissance projects of geochronology have been done along the two last decades. In the last years, a systematic program of geochronological research (Sm-Nd and U-Pb methods) has been developed trying to determine the geochronological evolution of the SPAB. These data will be integrated and proposed, focussing on the different sources of sedimentation (Neo>>, Meso and Paleoproterozoic in age), together with the general features of structural and geotectonic evolution, with emphasis on the passage from the Cryogenian to the Ediacaran periods.

Keywords: Borborema Province; Piancó Alto Brígida orogenic system; Tectonics; U-Pb and Sm-Nd Geochronology.

INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos, a partir de 1964, no desenvolvimento do Projeto Cobre da SUDENE-PROSPEC (inédito, síntese em Barbosa, 1970), vários trabalhos foram processados ao longo do Sistema Piancó-Alto Brígida (SPAB) (Brito Neves, 1983), localizado na porção centro-ocidental da Zona Transversal. As escalas de trabalho (entre 1/100.000 e 1/1.000.000) assim como os propósitos focalizando esse sistema (mapeamento geológico básico, teses de doutoramento, teses de titular, relatórios de graduação de formandos em geologia, exploração mineral, metalogênese etc.) variaram bastante. Essa vasta bibliografia (repetida em todos os trabalhos de revisão no sistema em apreço) será considerada na forma de síntese possível — evitando ao máximo defecções importantes — com a postulação discriminada de distintas fases. Essa será a primeira parte de nossos objetivos.

Por conta das fases de deformação, das variações laterais comuns de metamorfismo (com lamentável e inevitável implicação na nomenclatura litoestratigráfica), a litoestratigrafia desse sistema ainda está para ser feita, principalmente respeitando e acatando os diferentes compartimentos tectônico-estratigráficos presentes na bacia original marinha, com influências continentais locais. Não será uma coluna litoestratigráfica única, posto que são diversos os embaciamentos, consoante às diversas ambiências (bacias) sugeridas pelas atuais áreas de preservação-exposição dos metamorfitos, tanto quando nos pode indicar a diversificação de ambientes tectônicos. Os termos usualmente cunhados — Complexo, Grupo/Formação/Unidade Salgueiro para as rochas de médio grau de metamorfismo; Cachoeirinha, Santana dos Garrotes para as rochas de baixo grau de metamorfismo e Olhos d’Água (fanglomerados de borda de bacia) — têm sido usados arbitrariamente, longe dos parâmetros exigidos/definidos pelo Código de Nomenclatura Estratigráfica (North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 2005; Murphy e Salvador, 1999). Embora essas designações informais (com várias imperfeições) sejam e tenham sido úteis em várias searas descritivas e de discriminação de fácies pretéritas (sedimentares e metamórficas), estão tão

arraigadas na nomenclatura regional que será tarefa difícil descartá-las definitivamente (como seria ideal).

No presente trabalho, nosso objetivo é uma síntese do conhecimento baseada em vários trabalhos de campo e numa série de dados geocronológicos (métodos Sm-Nd e U-Pb) de amostras adrede coletadas (tendo em vista todos os estudos prévios) para um melhor conhecimento daquelas “unidades litoestratigráficas” consideradas. Para tanto, uma revisão abrangente dos trabalhos anteriores será feita (vide itens seguintes), o que foi uma ajuda inextinguível aos nossos propósitos.

O problema nomenclatura litoestratigráfica é, sem dúvida, considerável, mesmo porque geralmente as designações não foram auferidas em escalas apropriadas de levantamentos geológicos. E a nossa experiência (e a de outros autores) de tentar sistematizar a litoestratigrafia mostra que essa sistematização só poderá ser obtida, na forma desejável, se concretizada a partir de levantamentos de escalas superiores a 1/100.000. Os (meta) sedimentos pelítico-psamíticos são predominantes em todas as faixas, sempre com grande ritmicidade, como feição maior, e a discriminação de unidades litoestratigráficas é difícil e requer paciência e uma escala maior de observação. Silva Filho (1985) e Brito Neves e Campos Neto (2016) iniciaram esse processo de identificação de unidades litoestratigráfica (informais) mostrando que é possível chegar a esse nível de discriminação, mas só nas escalas de detalhe, o que poderá ser feito no futuro próximo, com maiores investimentos subsidiários em estudos dos processos deposicionais. A possibilidade existe, porém a obediência desejada dos autores a essas futuras classificações (baseadas no Código de Nomenclatura) é um ideal muito difícil de ser alcançado, pois a prolixidade terminológica tem sido um mal imbatível neste continente e nos outros.

A distribuição dessas faixas, a ser proposta a seguir (Figuras 1 e 2), é em grande parte por conta da presença de lineamentos estruturais e a altos do embasamento (*basement inliers* ou terrenos) importantes. Esses elementos estruturais e paleogeográficos foram demarcadores importantes de sítios deposicionais e tectônicos pretéritos. Embora sejam

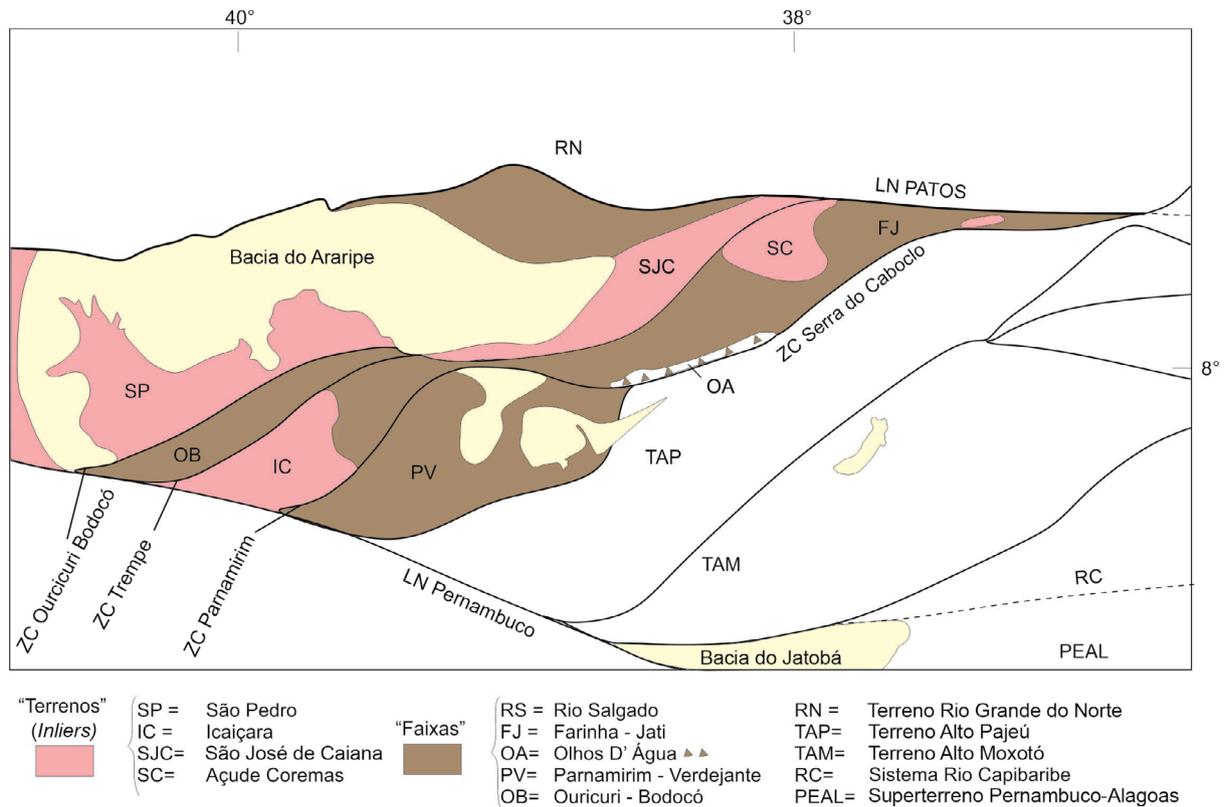
faixas de dobramentos fatíveis de bom registro geológico (mapeadas em escala 1/100.000 e inferiores), faltam muitos investimentos de pesquisa no campo da litoestratigrafia e do metamorfismo regional. Nesta oportunidade, trataremos desses temas, no entanto nosso objetivo maior é esquematizar a regionalização geotectônica e sintetizar

os dados geocronológicos (somando dados preexistentes a novos por nós levantados).

Para a realização deste trabalho, contamos com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (processos 2013/09484-0 e 2016/23871-5) e da bolsa de Produção Científica do Conselho Nacional de



Figura 1. Distribuição das folhas geológicas escala 1/100.000 que cobrem a área de exposição atual do Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida (em maior parte mapeadas pelo Serviço Geológico do Brasil – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) e que serão chamadas/citadas no texto algumas vezes.



LN: linhamento; ZC: zona de cisalhamento.

Figura 2. Esquema da regionalização tectônica proposta para o Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida como hoje conhecido, suas faixas de dobramento e os “altos” (terrenos/inliers) internos ramificadores. Em branco, as unidades do embasamento desses sistemas (RN, TAP, TAM, PEAL).

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Pesquisador 1A), além do apoio direto e indireto de muitos colegas do Instituto de Geociências (IGc) da Universidade de São Paulo (USP), da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) — Serviço Geológico do Brasil e das universidades de Pernambuco, São Paulo e Campina Grande, entre outros.

TRABALHOS ANTERIORES: BREVE RETROSPECTO

O SPAB conta com uma longa e farta crônica de trabalhos geológicos, em diferentes escalas e frentes de pesquisa, que será tentativamente aqui sintetizada. Do ponto de vista da evolução geocronológica, preexistem apenas alguns dados escassos publicados (Rb-Sr, U-Pb), geralmente incompletos ou voltados para uma área/situação particular. Nossa síntese será feita pela natureza do estudo realizado.

Levantamentos geológicos regionais

- a. O precursor e clássico trabalho sobre essa porção central e centro-ocidental da Zona Transversal (e parte mais ao sul dela, na Bahia) foi desenvolvido pelo convênio Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE)/Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)/PROSPEC, nos anos 60, resultando num levantamento fotogeológico (sobretudo) que cobriu cerca de 60 mil km². Nessa oportunidade, várias folhas (1/100.000, do sul do Ceará ao nordeste da Bahia) foram integradas na escala 1/500.000 (Barbosa, 1970), naquele que é considerado um dos trabalhos clássicos da Província Borborema. Foi quando foram então introduzidos os primeiros termos e conceitos: “Grupo Salgueiro” (p^{cs}) — micaxistos, xistos a duas micas e quartzitos (xistos pretos) — e “Grupo Cachoeirinha” (p^{ech}) — micaxistos finos, filitos, itabiritos, quartzitos (xistos verdes). Na verdade, esses autores, por feições fotogeológicas, mapearam unidades de metamorfismo regional, longe dos preceitos exigíveis e inerentes do código de nomenclatura, mas criaram designações que foram consagradas pelo uso (essas designações foram repetitivamente utilizadas), e é isso que chega aos nossos dias quase 50 anos após. O autor sênior (Barbosa, 1970) já naquela época falara numa “faixa de transição” entre ambas as unidades (Salgueiro-Cachoeirinha) difícil de cartografar em escala de reconhecimento.
- b. Em 1978, em função de trabalhos de graduação no sertão da Paraíba, Beurlen et al. (1978) apresentaram uma síntese de boa qualidade da geologia regional das folhas de Piancó e Catingueira. Importante frisar que, desde essa época, eles identificaram condição de núcleo do embasamento para os *inliers* do Açude Coremas e São José do Caiana, ainda que não os tivessem denominado formalmente. De certa forma, ratificaram observação anterior destacável de Barbosa (1970), que muitas vezes não fora seguida.
- c. Em 1982, mediante convênio entre o DNPM e o Curso de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) (Sial et al., 1983), foi mapeada a porção ocidental do Estado de Pernambuco, na escala 1/100.000 (quadricula Salgueiro + parte das quadriculas de Parnamirim — a oeste — e Chorrochó — a sul). Além de preciosa cartografia geológica básica e vários dados petrográficos e geoquímicos (diagrama de correlação de elementos, análise química de sedimentos de corrente etc.), o problema da litoestratigrafia inadequada, já alertado por Barbosa (1970), foi reiterado, mas sem o progresso desejado. Nessa oportunidade, em trabalhos de geocronologia (consorciados com o mapeamento), começaram a distinguir o Complexo Gravatá (na época sob a designação de Unidade Cabrobó), de natureza vulcânico-sedimentar e outros corpos graníticos associados, todos de idade toniana, situados ao sul e como substrato do Cachoeirinha, o que não havia sido discriminado em trabalhos anteriores). Vide Brito Neves et al. (1984), em trabalho complementar a esse projeto.
- d. Nos anos 1980, a Superintendência Regional de Geologia (SUREG), da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) de Recife, levou a termo o Projeto Cachoeirinha na escala 1/100.000 (Silva Filho, 1985), cobrindo sistematicamente várias folhas (Bodocó, Jardim, Itaporanga, Piancó etc. — Figura 1). Em termos de levantamentos geológicos básicos, esse trabalho é insuperável em área e na condução ao conhecimento da geologia regional em geral, suporte para todos os trabalhos posteriores no SPAB. Destacamos, no campo da litoestratigrafia, a primeira tentativa serena (ainda que não bem-sucedida e/ou continuada) de identificar unidades litoestratigráficas formais reais no Salgueiro e no Cachoeirinha; adicionalmente, são elogiáveis os trabalhos de petrografia metamórfica, geoquímica e de vocação metalogenética dos contextos mapeados.
- e. No complemento do Projeto Cachoeirinha, a SUREG-CPRM/Recife levou a termo o Prospecto Cobre, Chumbo e Zinco nos domínios do Salgueiro-Cachoeirinha (Muniz e Santos, 1980). Uma revisão completa de todas as ocorrências minerais detectadas nos projetos anteriores (cerca de três dezenas) foi desenvolvida numa área de cerca de 10 mil km². Muitos dados petrográficos e geoquímicos foram destacados, assim como prospectos preliminares de ambientes de sedimentação e de metalogênese, com destaque e chamamento para as áreas mais promissoras (depósitos de cobre).
- f. Deve ser mencionada aqui a integração de algumas dessas folhas 1/100.000, dantes mapeadas pela CPRM, na geração da Folha Serra Talhada, 1/250.000 (Gomes, 2000),

quando alguns progressos do conhecimento foram registrados. O Complexo Gravatá e as suítes graníticas associadas (do Toniano, Cariris Velhos) estão devidamente discriminados (ao sul da Zona de Cisalhamento da Serra dos Caboclos), consoante aos trabalhos de Brito Neves et al. (1990). Além disso, Gomes (2000) separou cartograficamente dois *basement inliers*, segmentando a faixa de metassedimentos Cachoeirinha (ou Rio Farinha-Jati), a saber, o “domo de Piancó” (por nós designado Açude Coremas) e o “maciço de São José de Caiana” (Figura 2). Embora esse autor não tenha feito alusão ou destaque a essas discriminações, este foi fato importante no contexto da regionalização geotectônica.

- g. O mapeamento geológico da Folha Salgueiro foi novamente levado a termo pela SUREG-Recife (Brito e Marinho, 2017), tendo por base vários mapeamentos anteriores (Barbosa, 1970; Sial et al., 1983), e conseguiu alguns progressos no conhecimento, sendo destacável a discussão dos *sills* vulcânicos (riolíticos e riodacíticos) sinsedimentares do Complexo Salgueiro (na designação de Brito, 2014). Mas nenhum progresso foi feito no sentido de separar unidades litoestratigráficas desse amplo “supergrupo” e, além disso, essa unidade foi colocada integralmente no Toniano (do que discordamos), fruto de uma determinação geocronológica (isolada, pouco feliz) em uma das intrusivas filonares sinsedimentares (visitamos o afloramento de coleta).

Trabalhos finais de graduação, dissertações de mestrado, teses de doutorado e outros

Diversos trabalhos acadêmicos preciosos foram desenvolvidos no SPAB, em face de diferentes temas geológicos e que foram preciosos (incluindo mapeamentos geológicos regionais).

Em tese de professor titular, Lima (1989) ocupou-se principalmente do metamorfismo regional do chamado “domínio central” da Zona Transversal da Província Borborema, quando identificou as principais paragêneses minerais. Além de muitos detalhes petrogenéticos e geoquímicos (considerou os metassedimentos como de depósitos de mar profundo, baseado em dados geoquímicos), calculou condições de pressão (3 a 5 kbar) e temperatura (300–500°C) para o metamorfismo regional do Cachoeirinha.

Em tese de doutorado, Bittar (1998) ocupou-se da parte central do SPAB (entre os meridianos 37°30' e 38°30', área ao sul da Zona de Cisalhamento de Boqueirão dos Coxos) e trouxe excelente contribuição à geologia estrutural, ao metamorfismo e à química mineral, ocasionando adicionalmente uma excelente proposta de subdivisão (5 unidades “litodêmicas”) do Complexo Riacho Gravatá, situado ao sul da Zona de Cisalhamento da Serra do Caboclo. Nesse caso, já considerando esse contexto como parte do embasamento do SPAB, como fração do Terreno Alto Pajeú (TAP), consoante

aos trabalhos anteriores de Brito Neves et al. (1990, 1995). Particularmente, as seções geológicas traçadas por Bittar foram de excelente valor para o entendimento regional.

Em tese de doutorado, Kozuch (2003) teve por foco as rochas do TAP e da Zona Transversal, com ênfase na geocronologia, com os métodos Sm-Nd e U-Pb (Thermal Ionization Mass Spectrometry – TIMS). Mas em várias oportunidades ela cruzou essa fronteira e chegou ao interior do SPAB, consignando valiosos dados geocronológicos que serão por nós também considerados. Verdadeiramente são dessa tese os primeiros sinais da idade neoproterozoica de metassedimentos e metavulcânicas do SPAB. Some-se a isso uma importante documentação geoquímica e discussão dos litotipos coletados e analisados.

Em tese de doutorado, Medeiros (2004) abrangeu âmbito geográfico geológico bem mais amplo, de SPAB e TAP (entre os paralelos 36°40' e 38°30'), entre os lineamentos de Patos e o TAP. Trabalhou com sensoriamento remoto, mapas aeroradiométricos e aeromagnetométricos, fez excelente integração dos dados antes publicados (geologia regional, geoquímica) e ainda introduziu vários dados novos de geocronologia, principalmente nas vulcânicas inseridas no chamado Cachoeirinha. Também fez várias considerações sobre a litoestratigrafia regional, desenvolvendo discussões de importante valia.

Em dissertação de mestrado, Marulanda (2013) descreveu a história do conhecimento geológico regional com muita propriedade e focou principalmente o estudo da Formação Olhos d'Água, com os métodos Sm-Nd, U-Pb e Lu-Hf. Essa autora enfatizou principalmente as rochas clásticas imaturas ao norte e ao longo da Zona de Cisalhamento da Serra do Caboclo (imediatamente ao norte do TAP), do sul de Teixeira (PB) a São José do Belmonte (PE) (Figuras 1 e 2). Seus dados geocronológicos, os histogramas por ela traçados e suas conclusões são de notável qualidade. Esses dados estão incorporados ao elenco daqueles por nós obtidos e serão integrados às nossas conclusões.

É justo consignar que esses trabalhos supramencionados foram gradativamente perfazendo excelente *up to date* do SPAB e que deles tiramos muito proveito, tendo em vista nosso foco para a regionalização geotectônica e a evolução geocronológica.

Livros e textos editados

Todos os livros e textos editados no Brasil, de 1984 ao presente, que trazem textos/capítulos sobre a Borborema apresentam sínteses interessantes sobre a geologia regional do SPAB e de terrenos limítrofes da Zona Transversal. Por intermédio deles, pode ser acompanhada a evolução do conhecimento. Mas há alguns outros trabalhos de sínteses voltados para o SPAB, sobre os quais dissertaremos a seguir.

Outros trabalhos de síntese

Merece destaque especial, pela ordem cronológica, o trabalho de síntese de Van Schmus et al. (2011) sobre a Zona Transversal, com importante e minuciosa revisão/discussão dos dados geocronológicos disponíveis (métodos U-Pb e Sm-Nd, principalmente); inclusive com a introdução do método U-Pb Sensitive High Resolution Ion Micro Probe (SHRIMP) em rochas desse sistema.

A seguir, é destacável a síntese da granitogênese do SPAB (reunindo 40 anos de contribuições sucessivas) apresentada por Sial e Ferreira (2016), da UFPE. Trata-se de uma crônica rica, em vários aspectos, sobre o cotejo de rochas graníticas que assolou o SPAB e seu embasamento em vários campos da petrologia.

Assoma-se a este o trabalho de Brito Neves et al. (2016), que propôs um modelo de uma fração litosférica oceânica (como parte ao sul do Terreno Rio Grande do Norte, parte, pois, da placa inferior) em subducção dirigida para o sul, sobre a qual se desenvolveram os tipos litoestruturais aqui tratados, seguidos de acreção (arco magmático Criogeniano-Ediacarano) que transpassa o SPAB e seu embasamento. A isso, seguiu-se colisão (em tempos Ediacaranos) e eventos posteriores de *escape tectonics* marcantes. Nessa interação, a placa inferior teria sido representada/formada pelo Terreno Rio Grande do Norte (com subducção para o sul) e a superior teria sido integrada pelos Terrenos Pré-Criogenianos da Zona Transversal (Terreno Alto Moxotó (TAM e TAP), considerando-se já consumida a pequena fração oceânica dessa placa inferior.

As observações, os trabalhos e outras notações acima apresentados compõem um quadro razoável da bibliografia do SPAB, mas fica claro que estamos longe de uma revisão completa na ampla documentação desse sistema. Várias folhas 1/100.000 (Figura 1) foram mapeadas, cobrem praticamente quase ele todo e são fontes às quais se deve recorrer com frequência.

O conceito do SPAB — como aqui será tratado e atualizado (Figura 2) — enfoca cerca de quatro faixas de dobramentos, a serem consideradas por suas peculiaridades (vide Introdução), assim como mostra a presença de três *basement inliers* importantes (prováveis terrenos dispersos): o da chamada Nappe de Piancó (que designamos como Terreno “Açude Coremas), o de São José do Caiana (na Paraíba, sobretudo) e o de Icaçara, ao sul, em Pernambuco (oeste do estado). Em todos os três, estão expostas unidades litoestruturais paleoproterozoicas e mais antigas.

O QUADRO TECTÔNICO DO SISTEMA PIANCÓ-ALTO BRÍGIDA: EXPOSIÇÃO PRELIMINAR

Antecipadamente (em parte), por razões maiormente expositivas, devemos acrescentar que a observação do quadro/

espaço geológico-tectônico nos permite reconhecer hoje (resultado de vários anos de investigação prévios) diferentes faixas de dobramentos compondo o *branching system of neoproterozoic orogens* do SPAB (Figura 2). Nesta oportunidade, após a revisão dos trabalhos prévios e de nossas observações (principalmente nos últimos 20 anos), as seguintes faixas de dobramentos são aqui propostas, para viabilizar os propósitos expositivos, doravante inseridos:

- I. Faixa do Rio Salgado (sul do Ceará): porção mais ao norte, direção geral E-W, limitada ao norte pelo Lineamento de Patos (sul do Ceará, oeste da Paraíba). Foi interpretada como produto da deformação da bacia de antearco do norte-noroeste da Zona Transversal. O domínio absoluto é de rochas pelítico-psamíticas rítmicas de grau baixo a muito baixo, vide Brito Neves e Campos Neto (2016);
- II. Faixa Riacho da Farinha (PB) e Jati (CE), porção mais central, direção geral E-NW, limitada ao norte pelo Lineamento Patos, ficando quase inteiramente na porção centro ocidental da Paraíba, tendo ao sul e ao sudeste o Lineamento da Serra do Caboclo (Zona de Cisalhamento sinistral). Ela tem predominância de rochas pelítico-psamíticas de baixo grau, também de grande ritmicidade, e corresponde, em sua maior parte, ao que foi chamado originalmente por Barbosa (1970) e por vários outros autores de Cachoeirinha. A designação de Sequência Santana dos Garrotes adveio com Bittar (1998), como sugestão. Para oeste, essa faixa é recoberta por sedimentos fanerozoicos (fronteira Ceará-Pernambuco) e deve ter sua continuidade natural na faixa seguinte a ser descrita, o que é sugerido (pelo menos) no mapa aeromagnético da Zona Transversal, reduzido ao polo (SUREG-CPRM, 2017).
- III. Faixa Parnamirim-Verdejante, em Pernambuco: provável continuação para o sul e sudoeste da faixa acima descrita, da qual a estamos separando por cautela devido à cobertura sedimentar expressiva (no limite Pernambuco-Ceará) pelos sedimentos da Bacia do Araripe e correlatos. Perfaz a porção mais meridional do SPAB e fica inteiramente em Pernambuco, com direção geral ENE-WSW. Ao Sul, está delimitada pela transcorrência do Lineamento Pernambuco (arrastos de algumas dezenas de quilômetros). Esta é a faixa caracterizada ocorrência (na sua parte mais ao sul) pelo domínio de metamorfismo na facies anfíbolito (e onde foi imposta a designação pretérita de Grupo Salgueiro) nas rochas pelíticas, mas não exclusivamente. Na passagem dessa faixa para aquela mais ao norte (Farinha-Jati, Figura 2), estão as principais ocorrências de formações ferríferas bandadas do Ceará a Pernambuco.
- IV. Faixa Ouricuri-Bodocó, situada entre dois importantes *basement inliers* paleoproterozoicos (o Terreno São Pedro a oeste, em Pernambuco e Piauí, e o Icaçara a leste, no interior de Pernambuco). Essa faixa está traçada numa estrutura de paleo-rifte, direção geral N-NE, provável sítio de sedimentação coilogênica, mas que apresenta

continuidade (sotoposta aos sedimentos do Araripe) com aquelas faixas do Norte. Predominam rochas filíticas, mas os afloramentos são escassos (devido ao microclima mais úmido gerado pelas elevações do Araripe e às coberturas taludais egressas dessa zona serrana). Esses domínios de embasamento nas cercanias do Araripe tiveram coberturas intempéricas importantes, criadas nos climas úmidos pré-sedimentação.

Cada um desses ramos apresenta suas peculiaridades litoestratigráficas (que demandam ser inquiridas com profundidade, em escala adequada) e metamórficas, estas geralmente as mais aludidas e requisitadas no binômio Salgueiro-Cachoeirinha (o primeiro de médio e o segundo de baixo graus), que, como já falado, são fatos/termos de descarte difícil (uso indiscriminado e repetitivo), infelizmente, no presente momento (riqueza extensa da bibliografia). Mas são termos/designações que demandam rigorosa revisão no futuro. E isso é possível com escala de mapeamento adequada (> 1/100.000) e maior cuidado com o fator litoestratigrafia (e a natureza original de complexos lobos turbidíticos dos depósitos).

A propósito, Silva Filho et al. (1985) chegaram a discriminar três unidades paraestratigráficas distintas no Cachoeirinha e cerca de cinco outras no Salgueiro durante o mapeamento regional na escala 1/100.000. Já na faixa do Rio Salgado, norte do sistema, Brito Neves e Campos Neto (2016) conseguiram distinguir cerca de seis unidades paraestratigráficas distintas (dentro do que era chamado Cachoeirinha). Isso mostra que é possível futuro progresso no campo litoestratigráfico.

Considerando em aberto os temas de sistemas deposicionais, apesar de algumas incursões não completadas ao tema (e.g., Silva Filho, 1985; Campos Neto et al., 1994; Bittar, 1998) e que aqui também discutiremos, certamente também ficam ainda em aberto os procedimentos para uma sistematização litoestratigráfica. Optamos, nesta oportunidade, por focar incisivamente o tema da evolução geocronológica. Revisamos os vários dados anteriores e, nos últimos cinco anos, participamos de um programa mais intenso de determinações geocronológicas (métodos Sm-Nd, U-Pb/LA) sob o patrocínio da FAPESP (processos acima relacionados). Procuramos fazer uma distribuição adequada das determinações possíveis, realçando os metassedimentos de baixo grau e as vulcânicas fêlsicas nitidamente pré-metamorfismo, intercaladas em metarritmos em todas as faixas acima configuradas.

É necessário enfatizar que, na porção oriental do sistema (limite sul oriental da Faixa Riacho da Farinha-Jati), a sul e sudeste da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo, há um contexto de rochas vulcanossedimentares de idade toniana (hoje conhecido como Terreno Riacho Gravatá) que, no passado, desde trabalho original de Barbosa (1970)

(e até mais recentemente), era colocado como parte do Cachoeirinha. Esse contexto vulcanossedimentar pertence ao embasamento (sul) do SPAB, é distinto e mais antigo (foi integrado indevidamente só pelo fator “baixo grau de metamorfismo”). Isso já fora demonstrado por Brito Neves et al. (1990) e enfatizado posteriormente por Bittar (1998) e Kozuch (2003), entre outros, e hoje sabemos que se trata de uma das fontes principais dos detritos finos e rítmicos depositados no que chamaremos Supergrupo Santana dos Garrotes (a Sequência Santana dos Garrotes, originalmente discriminada por Bittar, 1998).

O EMBASAMENTO DO SISTEMA DE DOBRAMENTOS PIANCÓ-ALTO BRÍGIDA

Conforme mostrado na Figura 2, o embasamento está exposto em diferentes “altos” tectônicos (*inliers*/terrenos), todos eles com participação importante no substrato das faixas, nos eventos deformacionais proterozoicos e no atual cenário geológico-geográfico onde o sistema está inserido.

Ao norte do Lineamento Patos, situa-se o Terreno Rio Grande do Norte, com rochas predominantemente paleoproterozoicas e com vários remanescentes arqueanos, que continua sendo alvo de pesquisas de muitos autores. Ao sul das Zonas de Cisalhamentos da Serra do Caboclo (mais a nordeste) e de Fernandes Vieira (mais a sudeste), afloram as rochas do Terreno Alto Pajeú, com algumas rochas de idades paleoproterozoicas e supracrustais tonianas, recordadas por alguns granitoides brasileiros (Brito Neves et al., 2016). Ao sul do Lineamento Pernambuco, afloram gnaisses e migmatitos diversos, granitoides tonianos e brasileiros já discutidos por vários autores (Sial et al., 1983), principalmente no contexto do Superterreno Pernambuco-Alagoas.

No interior do SPAB, sendo responsáveis por sua ramificação (*branching*), destacamos os Terrenos São José do Caiana e Açude Coremas, bem ao norte sistema, hoje separados pela Zona de Cisalhamento Sinistral de Boqueirão dos Coxos (Gomes, 2000, entre outros). Entre as Faixas Parnamirim-Vertentes e Ouricuri-Bodocó, delimitados por grandes falhas (Ouricuri-Bodocó e Trempe), ocorrem os ortognaisses diversos (augen gnaisses, meta-TTG) e metassedimentos migmatizados do Terreno Icaçara, de idades sobretudo paleoproterozoicas, cortados por vários plútons do brasileiro. A oeste da faixa Ouricuri-Bodocó, estendendo-se por toda a parte mais ocidental de Pernambuco e adentrando o Estado do Piauí (ainda sem controle de limite), ocorrem os ortognaisses, migmatitos e metavulcânicas do Terreno São Pedro (designação agora introduzida), de idade sobretudo paleoproterozoica, mas com algumas evidências locais de relictos do Arqueano (estudos geocronológicos estão em andamento por pesquisadores da USP e da Universidade Estadual de Campinas — Unicamp).

Esses “altos tectônicos” do embasamento funcionaram como terrenos tectonoestratigráfico (Howell, 1995) ou muito próximo desse conceito e apresentam predomínio de idades paleoproterozoicas (ainda que todos eles sejam cortados por granitoides brasileiros, foram alvos de uma apresentação recente — Brito Neves e Fuck, 2017). Por essa razão e pelos muitos mapas regionais que os discriminam, não serão discutidos nesta oportunidade.

AMBIÊNCIA TECTÔNICA E LITOESTRATIGRAFIA

Os dados geológicos gerais e outras inferências apontam para uma bacia original de sedimentação clástica fina e rítmica como parte de uma margem ativa. Essa margem foi interpretada (Brito Neves et al., 2016) como alocada no sítio da subducção entre a placa superior (onde estaria situada a bacia original) — Zona Transversal (Terrenos Alto Pajeú + Alto Moxotó) — e a placa inferior — Terreno Rio Grande do Norte. A ideia é a de uma bacia marinha (substrato oceânico ocupando a parte central e norte) e com fração do SPAB e, mais para o sul, posicionada sobre crosta continental (com quartzitos, metagrauvas e fanglomerados), onde os afloramentos de embasamento são expressivos. Poderia ainda ser parcialmente de crosta continental o embasamento do ramo Ouricuri-Bodocó, que foi provavelmente originado por rifteamento (aulacogênico) e situado entre blocos de embasamento.

O predomínio por toda parte é de depósitos clásticos finos, com destacável ritmicidade, aos quais se intercalam (concordantes a subconcordantes) alguns *sheets* vulcânicos, de composição granítica a intermediária, principalmente riolitos, riocacitos, andesitos e, mais raramente, rochas máficas e ultramáficas. O predomínio de metarritmitos — clásticos finos — é de tal ordem que dificulta muito a discriminação de unidades litoestratigráficas formais (em escalas pequenas de levantamento). Ocasionalmente se inserem dentro desses metarritmitos estratos de rochas cálcio-silicatadas, carbonatos, filitos grafitosos e formações ferríferas que podem ser considerados ocorrências pontuais. Consoante a trabalhos recentes de sínteses de Mutti et al. (2009) e Zhang et al. (2017) sobre o tema de sedimentação marinha, esses depósitos corresponderiam a complexos de lobos turbidíticos.

Ao se evocar o predomínio de ambiente de águas profundas, estamos considerando aquele bem abaixo do nível de base das ondas, que é o contexto dominante no SPAB. Apenas na borda mais ao sul, próximo aos contatos com rochas do embasamento continental, são verificadas algumas ocorrências de marcas de onda, de estratificações cruzadas (fluviais? fluvio-marinhas?) e de brechas e conglomerados polimícticos, de fanglomerados nitidamente vinculados ao embasamento próximo (*feeder channels?*, *debris flow?*). Balizando ao norte a Zona de Falha da Serra do Caboclo

(limite sul da Faixa Rio Farinha-Jati), há um estirão de vulto desses depósitos fanglomeráticos, na Formação Olhos d'Água (Figuras 3A a 3D).

Nesse estirão — do sul de Teixeira ao norte de São José do Belmonte (Figuras 1 e 2) —, na localidade de Poço dos Cachorros e em outras, é possível ver, em distâncias inferiores a 500 m, rochas metavulcânicas que afloram como intercalações nos Xistos do Riacho Gravatá (unidade toniana do embasamento) posicionadas como fragmentos/blocos no interior das brechas matriz-suportadas da Formação Olhos d'Água (Figura 3C). Fluxos de detritos, imaturos e grosseiros, são depositados por congelamento coesivo. Os resultados são depósitos mal selecionados, polimícticos, onde a matriz areno-lamosa suporta clastos de diferentes tipos de rochas, destacando-se vulcânicas félsicas de dimensões métricas, originadas do contexto próximo da (aflorante) Unidade Riacho Gravatá, do embasamento toniano (Ciclo Cariris Velhos).

Nestes termos, o grosso da sedimentação (associada com vulcanismo) é considerado terrígena (trazida de fora para as bacias), sendo considerados como autênticos turbiditos — consoante a especificações mais recentes e de síntese de Mutti et al. (2009) e Zhang et al. (2017), antes citados. As características gerais desses sedimentos clásticos é de que foram depositados consoante ao fluxo laminar.

Sedimentos biogênicos não foram encontrados até o presente (são rochas neoproterozoicas), fluxo turbulento foi detectado só muito localmente, com retrabalhamento nítido dos sedimentos previamente depositados. Assim, em geral, os depósitos do que foi chamado Cachoeirinha (baixo a muito baixo grau de metamorfismo) e Salgueiro (baixo a médio grau de metamorfismo) correspondem, de fato, a depósitos turbidíticos clássicos (antigos *flyshes terrígenos* ou *thin bedded turbidites* — TBT).

Conforme Sial e Ferreira (2016), no cinturão granítico-granodiorítico — que ocorre de Curral de Cima, na Paraíba, até oeste de Pernambuco, entre Moraes (PE) e Fronteiras (PI) —, há algumas ocorrências, como xenólitos, nesses plútons, de basaltos toleíticos de natureza oceânica, o que reitera plenamente as observações discutidas dos aspectos sedimentares gerais, no caso sobre a presença prévia de fração de uma crosta de natureza oceânica (ao norte da Zona Transversal).

Como já mencionado *en passant*, em escalas de detalhe (> 1/100.000), é possível que, com técnicas elementares de estratigrafia, se possa vir a reconhecer unidades cartografáveis, como foi feito eventualmente por Silva Filho et al. (1985) e Brito Neves e Campos Neto (2016). Este é um trabalho para ser retomado no futuro, a fim de se estabelecerem unidades litoestratigráficas formais ou mesmo informais para o que chamaremos de Supergrupos Salgueiro e Santana dos Garrotes (designação doravante adotada para o Cachoeirinha, por várias razões). Além de termos antecipado nosso entendimento do

conjunto do SPAB (Figura 2) como resultado de uma bacia marinha, localmente pode ter havido exposições de crosta continental, segundo dados T_{DM} a serem comentados *a posteriori*, o que já foi ressaltado por autores anteriores. Essa bacia foi submetida a processos de convergência, subducção e posteriormente colisão (sucedida por vários eventos extrusionais ou de *escape tectonics*). Assim, foi desenvolvido um arco magmático que transpõe diagonalmente a Zona Transversal de Jacarau (PB) a Moraes (PE) (Brito Neves et al., 2016; Sial e Ferreira, 2016).

A presença dos plútons clássicos (Conceição, Itaporanga, Serrita, entre outros — Brito Neves et al., 2016; Sial e Ferreira, 2016) é uma característica adicional do SPAB e a demonstração de que esse sistema está inserido no caminho desse arco neocriogeniano-eoediacarano (e marcado, inclusive, pelos seus tipos clássicos de granitos). Esses corpos ígneos geralmente apresentam contatos intrusivos e levam ao desenvolvimento de auréolas onde o grau de metamorfismo é francamente acrescido (presença de sillimanita, cordierita etc.). Os depósitos turbidíticos que foram cortados por uma

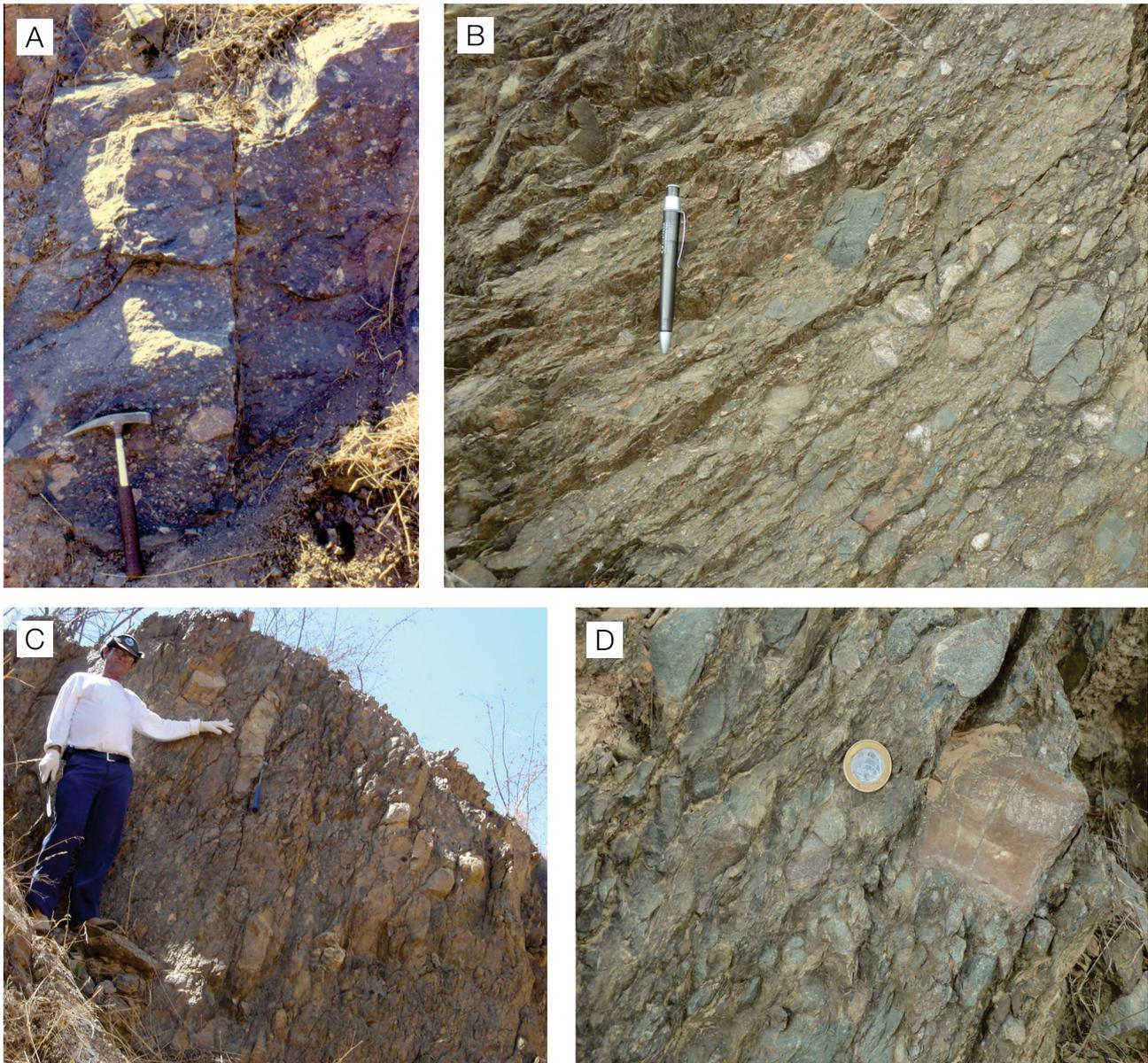


Figura 3. Formação Olhos d'Água. (A) Brechas polimícticas em matriz lamosa; (B) idem, com sinais de retrabalhamento da brecha; (C) blocos de vulcânicas félsicas, situadas a 0,6 km ao norte de Poço dos Cachorros (onde aflora o embasamento toniano, Complexo Riacho-Gravatá; (D) detalhe local da foto (B), com fragmentos de brecha reciclados na brecha (alguns metros ao norte do Poço dos Cachorros — PB-370).

linha de rochas graníticas de arco estão também recortados por *sills* (hoje metafelsicos) associados ao magmatismo do arco, como será visto.

DISCUSSÃO DA LITOESTRATIGRAFIA E DO METAMORFISMO REGIONAL

Como já referido, o conhecimento litoestratigráfico está em fase inicial de equacionamento, tendo em vista que, por muito tempo, foi adotada como verdadeira a litoestratigrafia provisória proposta por Barbosa (1970) e vários seguidores eventuais. No presente trabalho, tentaremos nos aproximar ao máximo do que existe de conhecimento real e das indicações do Código de Nomenclatura Estratigráfica.

Supergrupo Santa dos Garrotes

A unidade em epígrafe é predominante em área (anteriormente denominada Cachoeirinha, consoante a diferentes tipos de unidades litoestratigráficas, por vários autores e/ou ainda Sequência Santana dos Garrotes, por Bittar, 1998), como já mencionado, estendendo-se das folhas do centro norte da Paraíba (a partir da Folha Juazeirinho) até aquelas do sudoeste do Ceará (Folhas Juazeiro e Milagres) e do oeste de Pernambuco (Folhas Bodocó, Ouricuri etc.). Nessas áreas, outros autores, como Silva Filho (1985) e Brito Neves e Campos Neto (2016), já demonstraram que essa designação está abrangendo diversos outros litotipos cartografáveis (para o futuro), daí a nossa escolha de classe de supergrupo.

Esse supergrupo predomina em exposição no conjunto de faixas do SPAB, em todas as folhas praticamente (exceção é a Folha Salgueiro), de Mirandiba a Ouricuri, em três estados (PB, PE, CE) e no embasamento da Bacia do Araripe e congêneres (em grande parte de), somando cerca de 80% do total de área dos metassedimentos. Na sua parte basal (proximidades do contato com o embasamento), uma unidade bastante distinta pode ser discernida por vários autores, a fanglomerática, a ser discriminada do supergrupo e discutida, aqui chamada Formação Olhos d'Água (Figuras 3 e 4).

O conhecimento de suas litologias é relativamente bem documentado (apesar da ênfase sempre preponderante das feições metamórficas de baixo grau). Mas a discriminação de unidades litoestratigráficas (outros grupos e formações) é muito pobre e uma tarefa que se impõe para o futuro — vide tentativas de Silva Filho (1985) e Brito Neves e Campos Neto (2016), que ensaiaram alguns passos iniciais e mostraram que essa possibilidade é viável e uma questão de escala e método de trabalho. Por isso e por outras razões, estamos diante de um supergrupo, conforme o código de nomenclatura (nem “complexo”, nem “unidade litodêmica”, como antes indevidamente denominados).

Em síntese, essa unidade constitui um espesso e grande depósito original de pelitos e psamitos finos, com grande ritmicidade por toda a sua extensa área, com alguns conglomerados restritos. A ritmicidade é a tônica dominante em todas as folhas visitadas. Mais raramente, aparecem intercalações vulcânicas félsicas (riodacitos, dacitos e riolitos) subconcordantes com a foliação principal (So//S₂), além de níveis de cálcio-silicáticas e de formações ferríferas (a hematita, a magnetita e o quartzo), estando essa unidade termodinamicamente transformada na facies xistos verdes (Lima, 1989; Bittar, 1998; Medeiros, 2004). A presença de filitos (a clorita e a sericita), sericita xistos, metalaminos finos, granada-biotita muscovita xistos, biotita xistos e algumas ocorrências locais de ardósias estão bem desenvolvidas.

As principais litologias hoje encontradas são metapelitos (filitos, sericita xistos, micaxistos, ardósias) e metapsamitos (metarenitos finos, metassiltitos), de marcante ritmicidade (Figuras 4A e 4B), como já falado, e subordinadamente ocorrem rochas cálcio-silicáticas e calcários, formações ferríferas e metavulcânicas félsicas. Biotita, muscovita e quartzo são os minerais predominantes, com plagioclásio e granada (ocasionalmente ausentes em até 10%). Granada (almandina) e biotita, por vezes, aparecem como porfiroblastos.

A presença de metavulcânicas félsicas é uma observação relativamente nova (ou só recentemente mais comentada) — estas apresentam textura granoblástica, com alguns cristais de quartzo e feldspatos potássicos (fenoblastos) visíveis a olho nu. Os dados litogeoquímicos (Kozuch, 2003; Medeiros, 2004; Brito, 2014) indicam que são rochas subalcalinas a cálcio-alcalinas ligadas ao desenvolvimento de arcos magmáticos (tipo VAG). Interessante ainda foi a capacidade dessas rochas de capturarem zircões detríticos, principalmente daquelas de embasamento ao sul (Complexo Rio Gravatá, Terreno Alto Pajeú) tonianas, mas também de outras do mesoproterozoico e mesmo do paleoproterozoico (Figura 3).

O metamorfismo desse supergrupo é variável de uma folha a outra, sempre no escopo de rochas da facies dos xistos verdes baixo (predominante) a intermediário. Nas proximidades de alguns corpos ígneos tardio (e.g., Catingueira, Serrita etc.), há indicações de incremento do grau metamórfico (presença de cordierita, estauroлита e sillimanita, alguns deles formando porfiroblastos).

Na utilização de geobarômetros e geotermômetros, Lima (1998) chegou à conclusão de que o metamorfismo regional predominante da facies xistos verdes, estimando valores de pressão de 3 a 5 Kbar e temperaturas de 500 a 700°C. Mas, por nossas observações de campo, algumas unidades do embasamento foram (acidentalmente) tomadas como pertencentes ao Santana dos Garrotes. No nosso entender, só nas proximidades dos plútons, a temperatura chegou a se elevar. Alumossilicatos como estauroлита, cordierita e sillimanita só são encontrados nas bordas desses corpos e, assim, esses valores de temperatura — acima mencionados — estão comprometidos.

Formação Olho D'Água

Essa unidade ocorre numa faixa estreita (não contínua) de Pé de Serra (ao sul de Teixeira) até o norte de São José do Belmonte (por cerca de 160 km), perlongando ao norte a

Zona de Cisalhamento da Serra do Caboclo (sua provável muniadora principal no tempo deposicional pretérito). Ela é composta de duas facies principais: uma (meta)conglomerática de matriz arenosa a grauváquica e outra de metapelitos e meta-arenitos imaturos. Os clastos da primeira unidade

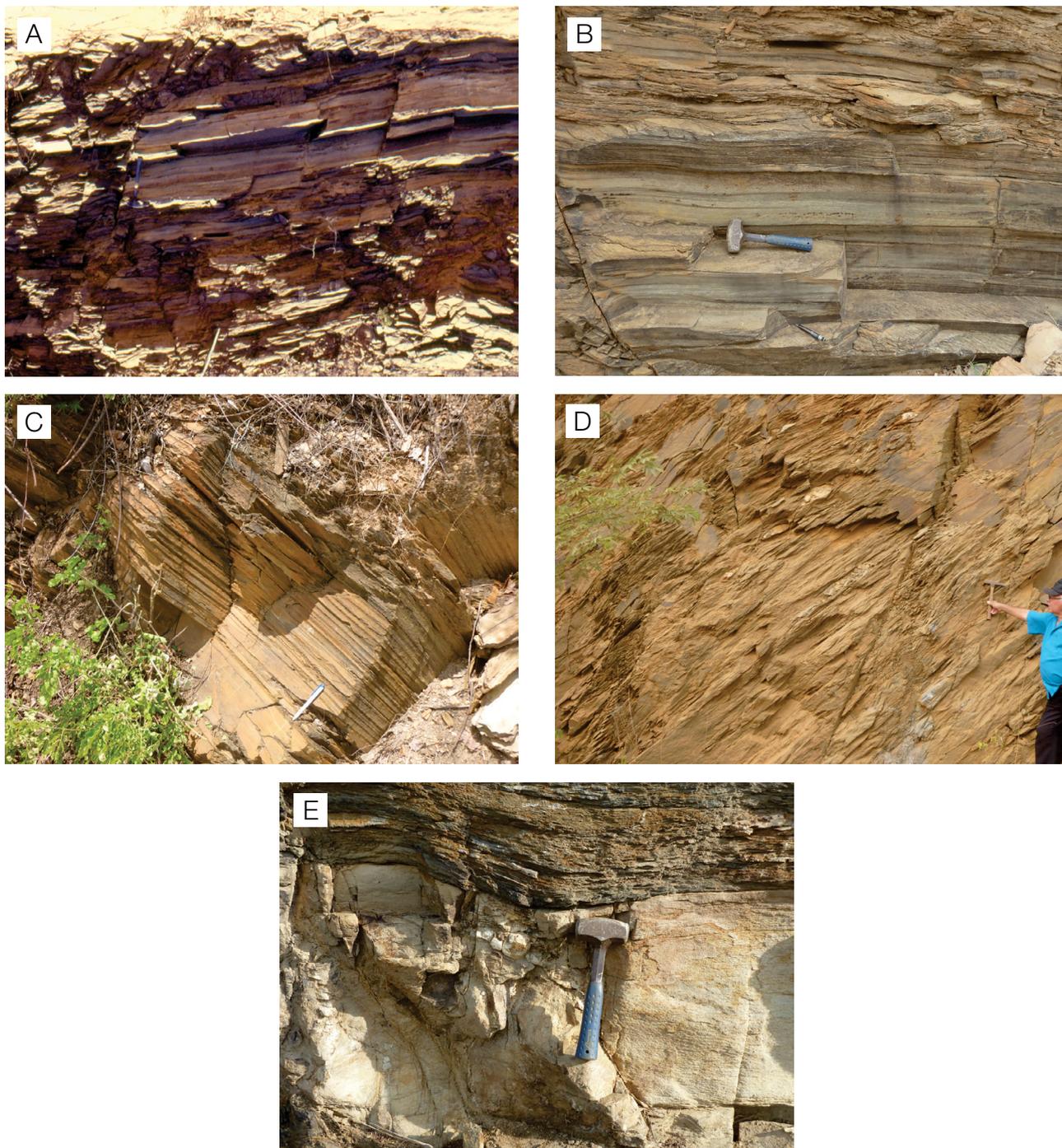


Figura 4. Exemplos dos principais litotipos rítmicos finos e de baixo grau de metamorfismo do Supergrupo Santana dos Garrotes. (A) Corte na estrada, próximo a Santana dos Garrotes (PB-426); (B) sudeste de Piancó (PB-361); (C) proximidades de Boa Ventura (PB-370); (D) arenitos finos, sul de Santana das Mangueiras; (E) *sill* metafélsico em xistos, contato brusco, nordeste de Ibiara (PB).

são muito variados, de dimensões centimétricas a métricas, oriundos de metavulcânicas félsicas, quartzitos, filitos, mármores e metachertes, e mais raramente de rochas graníticas e pegmatíticas. Como já dissertado, entre os afloramentos do Complexo Vulcanossedimentar (do Toniano) Gravatá, no vale do Poço dos Cachorros (parte do embasamento do SPAB), e os primeiros metaconglomerados com blocos de vulcânicas (desta formação) caminha-se apenas 500 m. Área fonte e depósito estão facilmente reconhecíveis naquela localidade. A litofacies arenosa e pelítico arenosa é representada por níveis arenosos gradados intercalados por níveis siltico-argilosos, leitos siltico-argilosos laminados e leitos argilo-carbonosos maciços e por camadas arenosas líticas gradadas com camadas siltico-argilosas laminadas, com características gerais de depósitos turbidíticos (Figura 3).

Supergrupo Salgueiro

Como já mencionado, essa unidade ocupa apenas cerca de 10% da área total do SPAB, estando praticamente restrita às Folhas de Salgueiro e Mirandiba (centro-sudoeste do Estado de Pernambuco), uma área próxima a 1.500 km². As observações de campo mostram que há poucas diferenças no contexto precursor sedimentar e vulcânico em relação ao Supergrupo Santana dos Garrotes. Igualmente, as observações de campo mostram a possibilidade de discriminar algumas unidades litoestratigráficas originais distintas (grupos e/ou formações); de forma que procurando melhor amarrar às prescrições do Código de Nomenclatura Estratigráfica, optamos pela designação de supergrupo (pelo código, não é um complexo, nem uma unidade litodêmica como sugerido várias vezes por outros autores).

Esse supergrupo foi discriminado e primeiro descrito por Barbosa (1970), tendo por razão (na verdade) utilizado grau de metamorfismo como “critério” (como já comentado), posto que a fácies anfibolito é a dominante. Ainda assim, apesar do grande número de intrusivas que recorta essa unidade e que é, aliás, uma das razões para o grau de metamorfismo mais elevado (Brito e Marinho, 2017). É oportuno lembrar o crescimento dos valores das isógradas, que são mais baixas entre os paralelos 7°00S e 8°00S, pois a partir desse intervalo, no sentido sul (das Folhas de Jardim e São José do Belmonte para as Salgueiro e Mirandiba, Figura 1) é que foi discriminada a unidade em análise, para a qual achamos que a designação supergrupo é a mais próxima do ideal. Apesar das muitas intrusivas que o recortam e do grau de metamorfismo na fácies anfibolito (predominante), uma grande ritmicidade original do contexto sedimentar pode ser observada ainda. Como no caso anterior (Santana dos Garrotes), também no Salgueiro pode-se fazer muito em termos de avanço do conhecimento litoestratigráfico. A “passagem” (grau mais alto) dessa unidade para a anterior (grau mais baixo), na verdade, demanda investigação

mais acurada, tanto em termos de metamorfismo (como essas unidades ficaram consagradas), como mais ainda em termos de litoestratigrafia original.

Na composição desse supergrupo predominam (Figura 5) metarritmitos clásticos finos, alternando com micaxistos (onde os metarritmitos ocorrem de forma subordinada), sendo micaxistos granadíferos, granada muscovita xistos e biotita xistos com porfiroblastos de granada as rochas mais frequentes. Destacamos também determinadas ocorrências de quartzitos micáceos, algumas das quais francamente mapeáveis. As melhores dessas ocorrências estão ao sul do supergrupo (próximo à base?), na região de Umãs, ao norte e ao longo da Zona de Cisalhamento de Fernandes Vieira. Outras ocorrências locais são aquelas de BIFs, xisto a hematita, grafita xisto, anfibolitos e rochas cálcio-silicatadas. Na BR-232, entre as cidades de Salgueiro e Parnamirim (Figuras 5C e 5D), há uma concentração especial de metavulcânicas félsicas, também subconcordante com a foliação principal ($S_2//So$), com espessuras que variam de centímetros a metros, intercaladas com psamitos rítmicos imaturos (Figuras 5C e 5D). Apenas ocasionalmente foi referida (Brito e Marinho, 2017) a presença de rochas ígneas básicas (metamorfizadas). E como já adiantado, esse grupo é francamente cortado por granitos e sienitos de diversas naturezas (Salgueiro, Terra Nova), chegando a desenvolver francas auréolas de metamorfismo de até 3 km de largura (com ocorrência de estaurolita, sillimanita e cordierita). De modo geral, a paragénes mineral dessa unidade preenche todos os requisitos da fácies anfibolito (plagioclásio sempre presente), perfazendo até 35% de algumas lâminas estudadas.

Como já mencionado por Barbosa (1970), a passagem desse fácies para o dos xistos verdes é um fato, mas que não está bem marcado ainda, demandando investigações complementares. O predomínio do fácies anfibolito se dá das proximidades do paralelo 8°00S para o sul, onde aumenta significativamente a presença/participação de plútons intrusivos.

Comentário crítico pertinente ao problema litoestratigráfico

É preciso considerar a evolução do conceito de turbiditos, desde as preposições iniciais da metade do século passado ao tempo atual (revisões de Mutti et al., 2009; Zhang et al., 2017). A arquitetura e características das bacias turbidíticas devem ser consideradas desde os canais alimentadores até os complexos de lobos (passando várias condições intermediárias). Os estudos mais recentes com apoio de sísmica têm mostrado grande complexidade no formato e no arranjo desses elementos (pelo menos quatro componentes: *bed*, lobo elemento, lobo e complexo de lobo), que compõem o contexto das unidades turbidíticas marinhas de águas profundas.

No caso do Santana dos Garrotes e do Salgueiro, estamos lidando com um contexto geral que se estende por

uma área próxima a 30 mil km² atualmente (foi uma área muito mais extensa), reduzida em dimensões por processos erosionais importantes (vários ciclos de desnudação erosiva do Paleozoico e do Meso-Cenozoico são amplamente reconhecidos e documentados na bibliografia) — ausência de fósseis e traços fósseis etc. — ao que se sobrepujaram eventos de deformação (três fases pelo menos) e metamorfismo regional. Isso tem de ser considerado dificultador do deslanche no conhecimento estratigráfico regional. Até aqui, na melhor das hipóteses, em escala 1/100.000 e superiores, temos sido capazes de chegar a identificar algumas unidades paraestratigráficas.

Sem pessimismo, queremos deixar claro que, para o aprimoramento do conhecimento litoestratigráfico regional (se pudermos chegar lá), são necessários investimentos adicionais, tempo, trabalho de mapeamento em escalas superiores a 1/100.000 e a utilização adicional de outras tecnologias.

FEIÇÕES ESTRUTURAIS: DOBRAMENTO E METAMORFISMO REGIONAL

Feições estruturais

Antes de descrever o dobramento e o metamorfismo regional do SPAB, é necessário colocar em pauta dois fatores importantes, que têm passado em branco em autores anteriores. O primeiro é o da dissecação erosiva, por vários ciclos de desnudação que ocorreram na Borborema, no Paleozoico e no Meso-Cenozoico, ora confirmados por estudos isotópicos (traços de fissão em apatita, estudos estratigráficos das bacias interiores). O segundo é o caráter eminentemente polifásico dos sistemas e das zonas de cisalhamento (Patos, Pernambuco, Serra do Caboclo, Trempe-Boqueirão dos Coxos, Fernandes Vieira e consorciadas). É necessário considerar a natureza do registro litoestratigráfico e estrutural com que hoje estamos lidando.

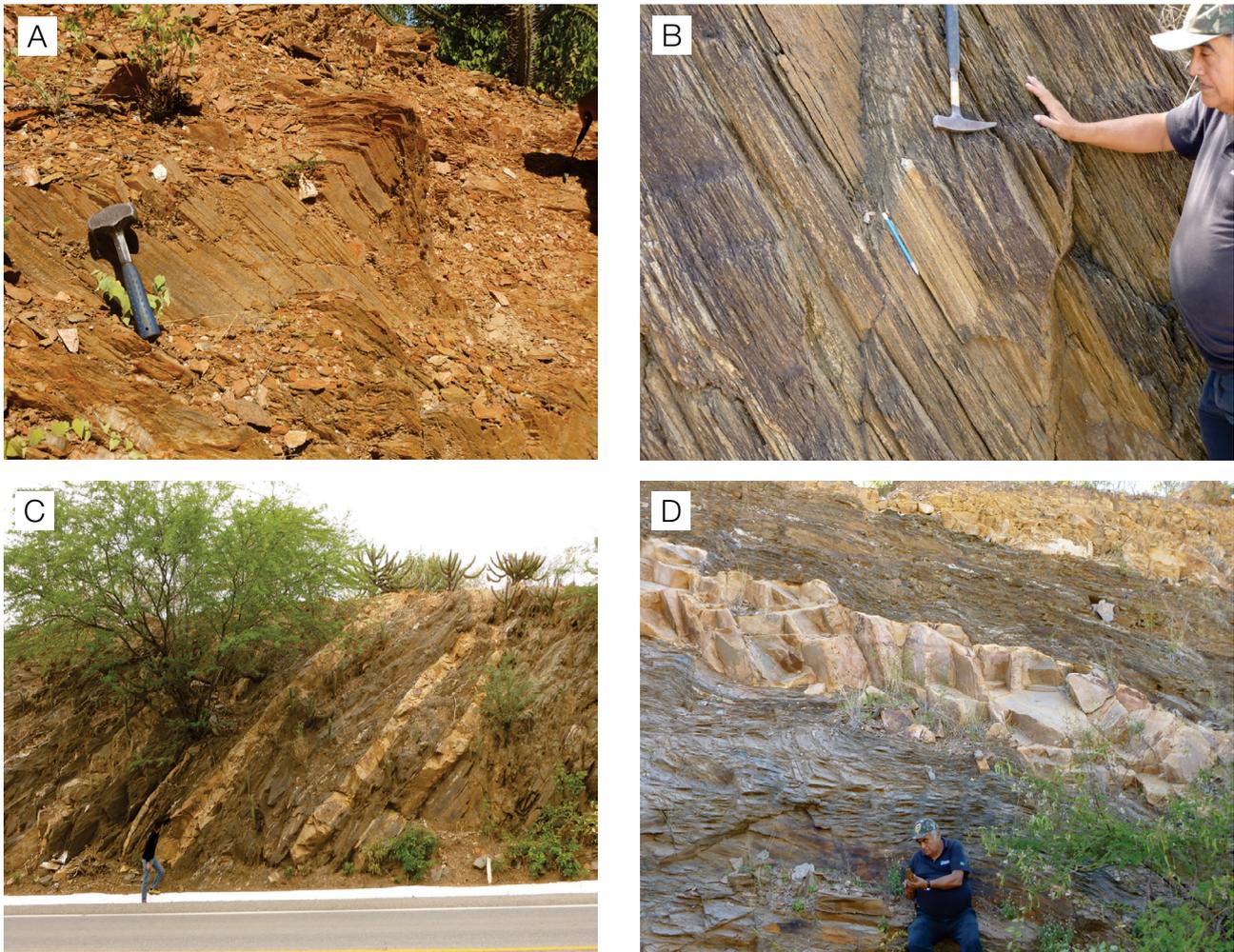


Figura 5. Supergrupo Salgueiro. (A) Quartzitos basais, sul de Salgueiro; (B) metarritmitos areno-argilosos (km 539, BR-232); (C) micaxistos com várias intercalações vulcânicas félsicas (BR-232); (D) micaxistos, metarritmitos e intrusivas félsicas tabulares (Ferrovia Transnordestina, ao norte de Salgueiro).

Na Figura 2, tentamos esquematizar o *up to date* geográfico-geológico do SPAB, como ele se apresenta em tempos cenozoicos. Uma extensão bem mais ampla dos embasamentos originais do SPAB é plenamente possível, cujos remanescentes devem ser procurados sobre os altos internos e externos do embasamento (há algumas indicações, nesse sentido, para leste). Ademais, há de se considerar a presença de coberturas sedimentares fanerozoicas que prejudicam a observação contínua.

Em geral, identificamos uma primeira fase de deformação (D_1), que gerou uma foliação inicial (S_1), mais bem observada no nível de microestruturas. Nos níveis micáceos, essa foliação está representada como uma clivagem de crenulação transposta. Em alguns porfiroblastos de granada, ela pode ser vista dentro da granada, a qual se alinha segundo a fase seguinte de deformação (D_2 , S_2). Somente em alguns raros e especiais afloramentos, podemos observar essa deformação inicial como dobra isoclinal (de acamadamento), de modo que paralelize o S_1 com a foliação dominante S_2 (e.g., observado na BR-232, a oeste de Salgueiro).

A segunda fase de deformação (D_2) foi desenvolvida a partir de uma crenulação inicial, que evoluiu até a transposição quase completa da foliação anteriormente gerada (S_2/S_1). Durante essa fase principal (D_2), ocorreu o máximo da recristalização metamórfica, com a imposição da facies de metamorfismo hoje registrada (salvo raros locais onde há algum retrometamorfismo). A foliação S_2 é a dominante e a que está mais bem representada em todas as faixas visitadas e em todas as seções geológicas aqui apresentadas, desenhando os principais dobramentos.

Com essa foliação de segunda geração (S_2), estão desenhadas as principais dobras encontradas (D_3) de todos os perfis realizados, em todas as faixas visitadas. Como será visto, são dobras relativamente abertas, em geral, com alguns longos trechos com camadas praticamente próximas de sub-horizontais. Verificamos que a presença de zonas de

cisalhamento (polifásicas em ação) e dos *stocks* graníticos e granodioríticos são agentes perturbadores (pós- D_3) dessa fase praticamente final do dobramento regional. Localmente, algumas dobras menores (D_4) e crenulações abertas (S_{3+1}) aparecem perturbando o dobramento e a foliação predominantes, da terceira fase aqui considerada.

Faixa do Rio Salgado

Na seção apresentada, de Missão Velha Aurora (Brito Neves e Campos Neto, 2016) (Figura 6), fica muito clara a vergência das dobras (D_3) no sentido norte, sentido do antepaís (Terreno Rio Grande do Norte, Figura 6). Inclusive, esses autores puderam flagrar fragmentos importantes do embasamento formando lascas cavalgantes de empurrão no sentido norte. Essa faixa apresenta os melhores registros da configuração da vergência, como será visto.

Faixa Rio Farinha-Jati

Nessa faixa, foi traçado um perfil marcando os dois blocos delimitantes do embasamento (os Terrenos São José do Caiana, ao norte, e Alto Pajeú, ao sul, Figura 7). Na parte norte da seção, que envolve o embasamento, poder-se-ia falar em certa tendência à vergência para o sul. Entretanto, por todo o perfil, predominam dobramentos D_3 relativamente abertos, com alguns flancos de dobras quase horizontais. Inclinações mais abruptas aparecem junto às zonas de cisalhamento. Vários cortes nessa faixa foram apresentados por Bittar (1998) e, de maneira geral, as observações então feitas se ajustam bem com aquelas aqui apresentadas.

Faixa Parnamirim-Verdejante

Nessa faixa, na porção onde o contexto do Supergrupo Cachoeirinha é dominante (Figura 8), para nossa surpresa,

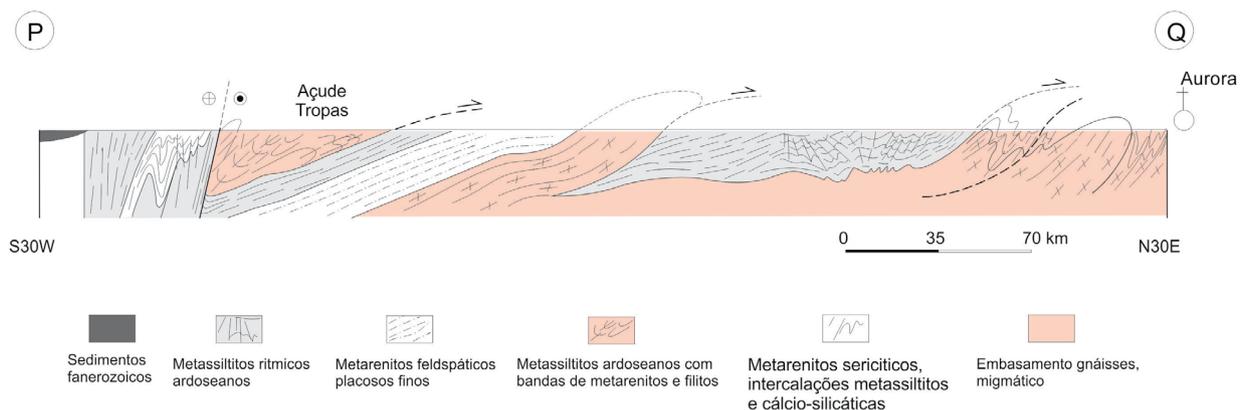


Figura 6. Seção geológica esquemática perpendicular à Faixa Rio Salgado, de Missão Velha para Aurora (no Ceará). Presença de *nappes* do embasamento sobre supracrustais.

as indicações de vergência estrutural para o norte são mais claras. Isso se dá consoante à inclinação dos planos axiais das dobras D_3 para o norte, assim como fizemos observações (não representáveis na seção) de vários indicadores cinemáticos de deslocamento interstratal (até mesmo algum nappismo), indicando esses deslocamentos norte-dirigidos. Esses empurrões para norte e noroeste são verificados em toda área ao sul de Cedro, CE, até a região de Penaforte, CE. De certa forma, foi algo que nos surpreendeu porque, na provável continuidade dessa faixa

(para leste e nordeste, a Faixa Rio Farinha-Jati), após as coberturas sedimentares da fronteira CE-PE, esses fatos não foram francamente registrados.

Folha Mirandiba

Ao norte da Folha Mirandiba (Figura 9), detectamos um “contato” (passagem Santana dos Garrotes-Salgueiro) já mapeado por Basilino et al. (2014). Novamente, temos dobras D_3 relativamente abertas, sem indicação clara de

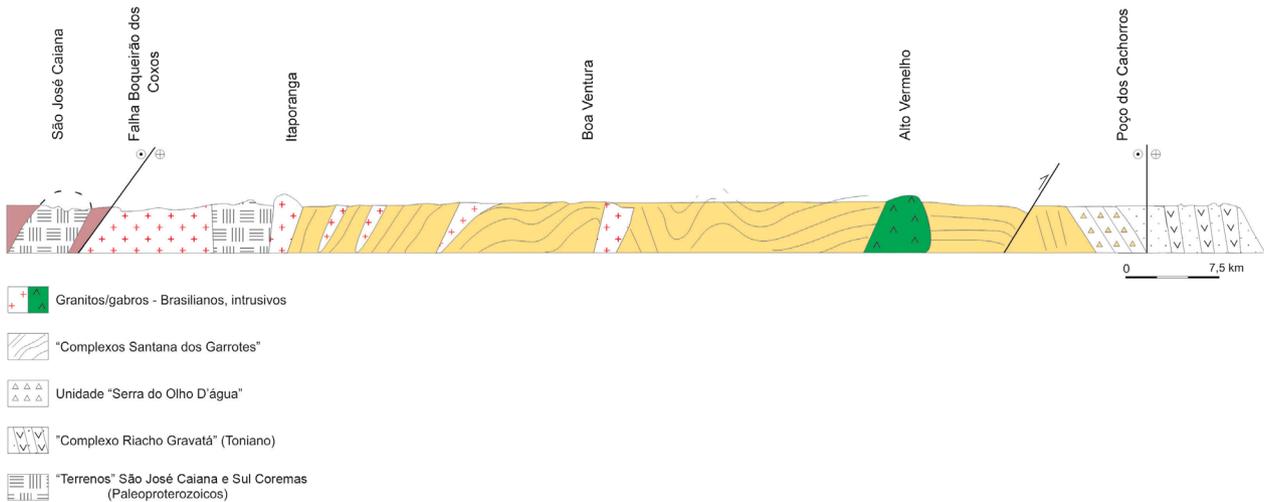


Figura 7. Seção geológica esquemática na Faixa Rio Farinha-Jati, situada entre dois “altos do embasamento” (*inliers*), São José do Caiana (à norte) e Terreno Alto Pajeú (ao sul).

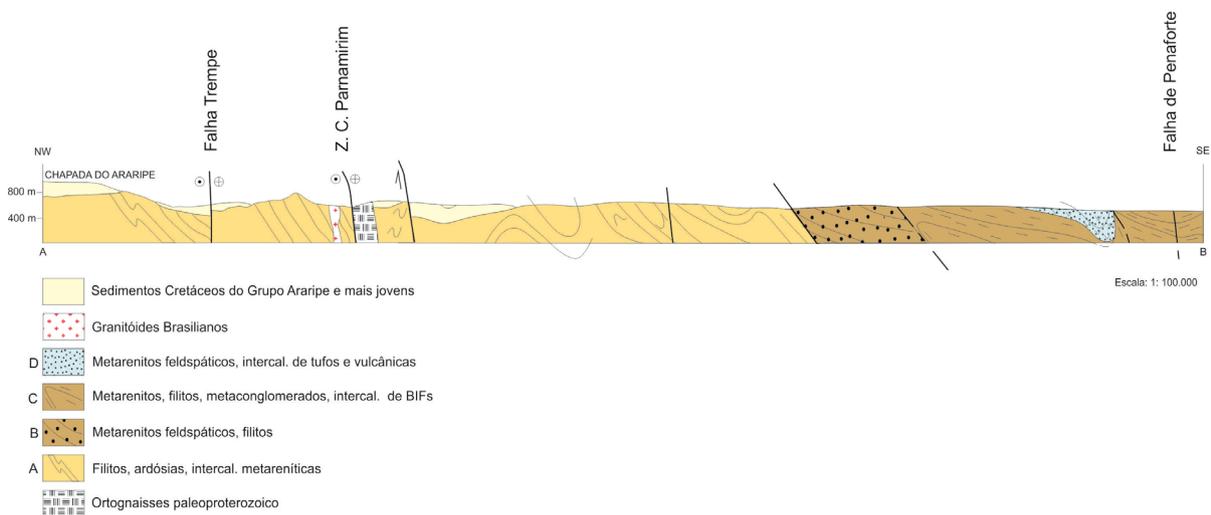


Figura 8. Seção geológica transversal (NW-SE) da Faixa Parnamirim-Verdejante, entre a cobertura sedimentar do Araripe (Falha Trempe) e a Falha de Penaforte, sudeste do Ceará.

caimento dos respectivos planos axiais dos dobramentos. Novamente, próximo às zonas dos grandes cisalhamentos regionais, essas foliações dominantes (S_2) ficam subitamente muito inclinadas (reativações claras).

Folha Salgueiro

Na Folha Salgueiro (onde há o predomínio do Supergrupo Salgueiro), ocorrem muitas intrusivas graníticas e sieníticas tardias (Salgueiro, Terra Nova etc.), que desenvolvem auréolas de metamorfismo expressivas (Brito e Marinho, 2017), além de muitas zonas de cisalhamento, de forma que a representação em seção geológica não é animadora. Verificamos algumas dobras D_3 , ora abertas (noroeste norte de Salgueiro) e outras bastante fechadas (sul de Salgueiro), com direções gerais de E-W para NNW-ESSE, mas sem nenhuma indicação clara preservada de transporte tectônico regional, de forma que dispensamos a apresentação, uma seção geológica que seria impotente para esclarecer o problema. Considerando os comentários geotectônicos feitos anteriormente para o conjunto do SPAB, seria esperada vergência voltada para o sul. Mas a presença perturbadora dos plútons e das zonas de cisalhamento polifásicas impedem a confirmação desse fato esperado. Mais para leste, imediações do meridiano $37^{\circ}30'$ (Folha Serra Talhada), esse fato foi observado (Brito Neves et al., 2016).

Metamorfismo regional

Vários autores, em diferentes tempos e circunstâncias, trataram do metamorfismo regional do SPAB, a começar por Barbosa (1970), que usou o tema para designar as unidades de baixo e médio grau de metamorfismo. Sial et al. (1983), Silva Filho (1985), Lima (1989), Bittar (1998) e Brito e Marinho (2017) usaram vários geobarômetros e geotermômetros e outras observações petrográficas que contribuíram bastante com o tema.

Geralmente, as rochas do Supergrupo Santana dos Garrotes caem principalmente na facies dos xistos verdes (calculados 5 Kbar e $500\text{--}540^{\circ}\text{C}$). Suas associações mineralógicas sempre caem à esquerda da junção triplíce dos alumossilicatos dos diagramas usuais de classificação de metamorfitos. Biotita e granada aparecem às vezes, em tamanhos diminutos (espécie de porfiroblastos na argamassa filítica). Eventualmente, apenas nas proximidades de alguns plútons, o metamorfismo pode chegar a facies anfibolito (com vários outros alumossilicatos presentes).

No caso do Supergrupo Salgueiro, além de biotita e granada (praticamente constantes e característicos), outros alumossilicatos são frequentes (estauroлита, cordierita, sillimanita). Nas rochas metabásicas e cálcio-silicáticas transformadas, ocorre a formação de plagioclásios e anfibólios. O metamorfismo é considerado predominantemente de grau médio. Mas, localmente, nas imediações dos grandes plútons

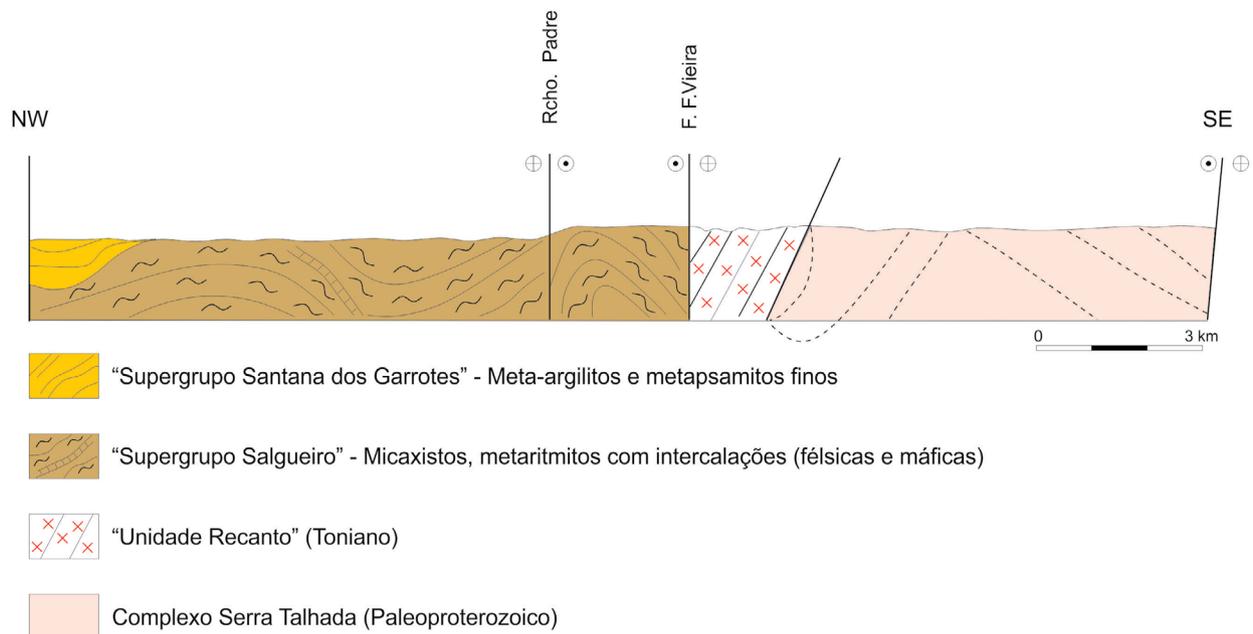


Figura 9. Seção geológica esquemática (NW-SE) da Faixa Parnamirim-Verdejante (continuidade da Figura 8 para sudeste), ao norte da Folha Mirandiba (baseado em Basilino et al., 2014), onde aparece o embasamento (Terreno Alto Pajeú).

(e.g., Salgueiro, Terra Nova etc.), o metamorfismo acresce para o grau anfibolito alto, chegando a ocorrer fusão parcial dos litotipos (feições “migmatíticas” ocorrendo).

GEOCRONOLOGIA

Existem algumas boas sínteses que nos precederam na análise das determinações isotópicas, com Brito Neves et al. (1990), Brito Neves et al. (1995), Kozuch (2003), Van Schmus et al. (2011), que devem ser mencionadas e merecem ser consultadas. Nesses resultados aferidos, verificamos que, na utilização do método Sm-Nd, os valores de T_{DM} variam de 1,0 a 1,9 Ga e que em 75% das vezes é inferior a 1,5 Ga. No nosso entender, isso indica uma contaminação (de baixa intensidade) por materiais crustais pré-neoproterozoicos, o que é compatível com a sedimentação terrígena. No caso do U-Pb (método TIMS, o único dantes utilizado), as determinações dos zircões ficaram entre 610 e 650 Ma na maioria incontestemente das vezes. Apenas nos casos minoritários, de zircões destacadamente herdados (próximos às fontes), valores do toniano foram registrados.

Faixa do Rio Salgado

Nessa faixa, dados recentes de Brito Neves e Campos Neto (2016) sobre os valores de idades U-PB (*Laser Ablation*) apontaram idades de cerca de 649 ± 3 Ma para zircões de um meta-andesito intercalado aos metarritmitos dominantes na faixa. Histogramas desse andesito e de metarenitos impuros (ao norte de Missão Velha) apontaram valores de idades do Criogeniano, sobretudo para os zircões dessas rochas. No caso do meta-andesito, em histograma, obtiveram-se valores de idades de 660 Ma, 750 Ma, predominantes (em segundo plano, valores Esteniano-Toniano e do Paleoproterozoico). No caso específico do norte de Missão Velha, o pico principal do histograma foi de 670 Ma, e destacamos um segundo pico menos importante de 964 Ma (provavelmente zircões originados do Complexo Gravatá ou correlato). Picos pouco expressivos representaram zircões do Paleoproterozoico nas duas amostras. Por ser um trabalho recente e com valores muitas vezes repetidos nas análises a serem apresentadas, não estamos apresentando os gráficos obtidos por aqueles autores.

Faixa Rio Farinha-Jati

Formação Olhos d'Água

Essa unidade, considerada base do Supergrupo Santana dos Garrotes, foi muito bem estudada isotopicamente por Marulanda (2013) em quatro pontos distintos, nordeste (sul de Teixeira), parte central (sul de Curral Velho) e sudeste (norte de São José do Belmonte) pelo método U-Pb e ainda composição isotópica de Háfênio.

Em todos esses pontos, destacam-se centenas de zircões (em todos os casos) aproximadamente concordantes, que, em histograma, expuseram sempre picos importantes: do Esteniano-Toniano e do Paleoproterozoico (Orosiriano > Riaciono). Esses picos retratam a natureza da fonte, de rochas tonianas (Complexo Riacho Gravatá) e complexos gnáissicos diversos e migmatitos do TAP, e especialmente da Zona Tectônica Teixeira-Terra Nova. Embora haja registros de *sheets* metavulcânicos concordantes com essa unidade, esta não foi ainda datada — assim, sobressai-se expressivamente a idade das fontes (situadas ao sul da Zona de Cisalhamento da Serra do Caboclo).

Supergrupo Santana dos Garrotes

Nessa faixa, foram coletadas amostras para datações em dois lugares distintos, onde encontramos metafelsitos concordantes com as supracrustais da faixa. No primeiro caso, no Açude Quixabinha (sudeste do Ceará) (Figura 10), encontramos metavulcânicas félsicas riodacíticas, intimamente relacionadas com a sedimentação dos xistos muscovíticos laminados ali ocorrentes (Figuras 10, 11 e 12).

Obtivemos do afloramento da Figura 10, no Açude Quixabinha, um diagrama concórdia com vários zircões discordantes (do Paleoproterozoico ao Arqueano) (Figura 11) e com vários zircões concordantes entre 550 Ma e 1000 Ma. No histograma (Figura 12), destacamos como mais importantes os picos de 616 Ma e 956 Ma, do Neoproterozoico. Secundariamente, apareceram picos de ca. 1470 Ma (proveniência difícil de concluir), 1948 Ma e 2390 Ma, atribuíveis ao embasamento (*inliers*) de paleoproterozoicos do SPAB.



Figura 10. Xistos micáceos bandados e microdobrados com intercalações concordantes de metafélsicas (a noroeste da foto). Amostra PAPE 78 (Açude Quixabinha, sudeste do Ceará).

Na segunda amostragem para esta faixa, coletamos amostra de um *sheet* riodacítico da fronteira CE-PB (Rodovia PB-104), com contatos muito nítidos e bruscos (Figuras 13A e 13B).

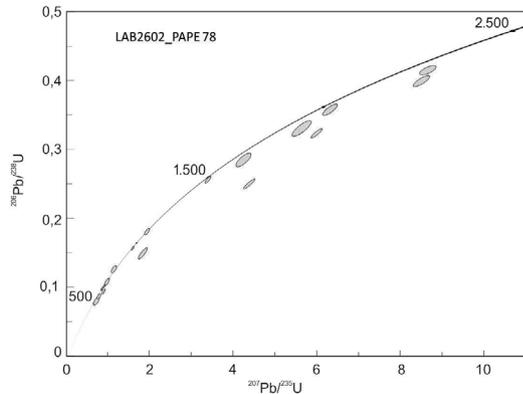


Figura 11. Diagrama concórdia para os zircões de amostra das metavulcânicas félsicas do Açude Quixabinha (CE).

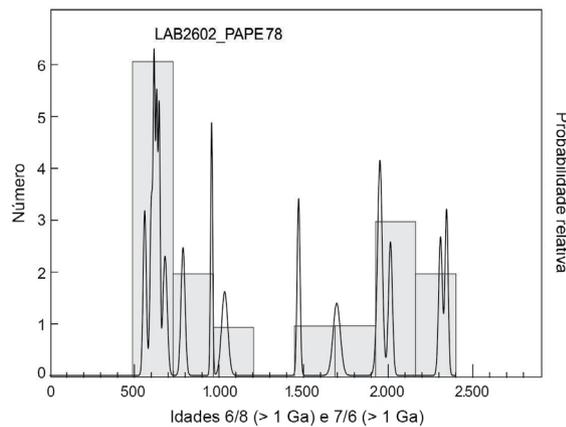


Figura 12. Histograma para os zircões da amostra PAPE 78 — Açude Quixabinha (CE).

Nessa amostragem e análise, ficou caracterizado a presença de um grupo de zircões concordantes < 1050 Ma) e outros discordantes (acima de 1500 Ma — Figuras 14 e 15). No histograma, vários picos estão destacados com valores de idade 595 Ma, 616 Ma (criogenianos e eoediacaranos) e 996 Ma (tonianos). Os demais grupos paleoproterozoicos (principalmente) e arqueanos presentes estão em minoria flagrante.

Nas duas amostras anteriormente discutidas (e como ocorre em outras metavulcânicas associadas com metassedimentos), a presença de zircões herdados (do embasamento e dos metassedimentos) aparece nos estudos analíticos das vulcânicas, conforme mostram os histogramas das Figuras 12 e 15. Em ambos os casos, a quantidade de zircões do embasamento é ínfima, conforme pode ser antevisto nos valores das ordenadas (valores numéricos inferiores a 8%) do total de zircões submetidos ao escaneamento. As diferenças entre aqueles zircões mais antigos (mais desgastados, em pequenas proporções) e os predominantes do Neoproterozoico (valores neotonianos, criogenianos e eoediacaranos) nem sempre são marcantes, mas sim sutis, mesmo em imagens de catodoluminescência. Nas Figuras 16 e 17, estamos mostrando que essas diferenças são mínimas e sutis (e até mesmo imperceptíveis na observação microscópica) na observação dos espectros desses zircões das amostras PAPE 78 e 79, acima discutidos.

Para finalizar o estudo isotópico desse supergrupo, queremos destacar a amostra 94-08, coletada a sudeste de Piancó (Rodovia BR-361), de metapsamitos e filitos, que foi submetida a análise SHRIMP por Van Schmus et al. (2011) e que vem representar o coroamento das idades neoproterozoicas (criogenianas, sobretudo) das fontes do supergrupo em discussão. No histograma obtido, destaca-se um pico de 690 Ma, seguido de alguns picos menores — 900 – 950 Ma (Toniano) — e vários outros absolutamente secundários do Paleoproterozoico e do Arqueano (Figuras 18 e 19).



Figura 13. Fotos da amostra PAPE 79 de xistos sercíticos intercalados por (meta)sills riodacíticos. (A) Foto panorâmica do afloramento e (B) foto detalhe do contato brusco xisto-metavulcânica.

Faixa Parnamirim-Verdejante

Supergrupo Salgueiro

Nesse supergrupo, queremos destacar duas amostras. Estas foram desenvolvidas em biotita xistos a granada extremamente rítmicos (expostos nas Figuras 5B, 5C, 5D e 18), caracterizado por muitas intercalações vulcânicas metafêlsicas (riolíticas, riocáciticas) que ocorrem na BR-232 (km 530 a 540), entre 15 e 20 km a leste de Parnamirim.

Nessa rocha rítmica (PAPE 69 — Figura 20), novamente temos os zircões detríticos mais jovens (< 1000 Ma) concordantes e os mais antigos colocados de forma discordante, como traçados na Figura 21. No histograma (Figura 22), destacam-se dois picos mais importantes, um do Criogeniano (ca. 637 Ma) e outro do Neotoniano (ca. 810 Ma) e preponderantes. Picos menores ainda ocorrem, em plano bem inferior

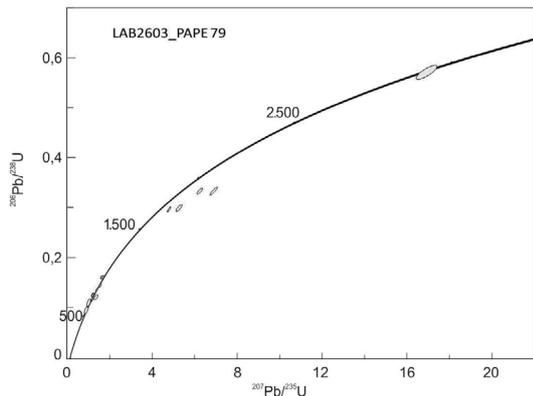


Figura 14. Diagrama concórdia para amostra PAPE 79 (metavulcânicas félsicas), com alguns zircões discordantes (entre 1500 e 2000 Ma) e vários zircões concordantes do Criogeniano.

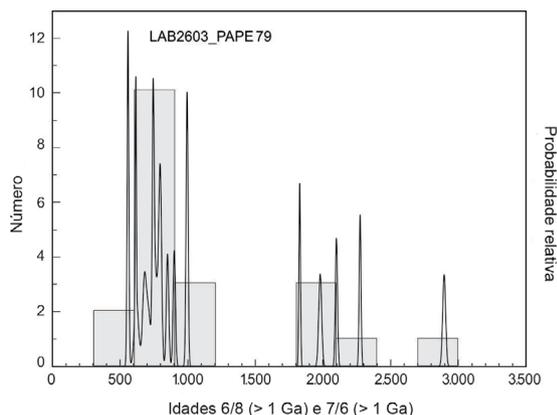


Figura 15. Histograma da amostra 13A de metavulcânica PAPE 79.

do Toniano (ca. 950 Ma), do Paleoproterozoico (Orosiriano) e do Arqueano (ca. 2660 Ma, estes de maneira ínfima).

Ainda nessa parte da BR-232, entre Salgueiro e Parnamirim, nesses xistos pretos extremamente rítmicos e penetrados por metafêlsicas (Figuras 5C e 5D), Van Schmus et al. (2011) coletaram uma amostra (94-239) para análise pelo método SHRIMP. Os resultados obtidos (expostos na Figura 23) são extremamente interessantes e ratificantes dos diagramas anteriores. Há um primeiro pico, à esquerda, com valores entre 650 – 700 Ma (Criogeniano) e, depois, bem destacadamente acima deste, dois picos de 700 – 750 Ma e 800 – 850 Ma, principalmente do Toniano. Para o

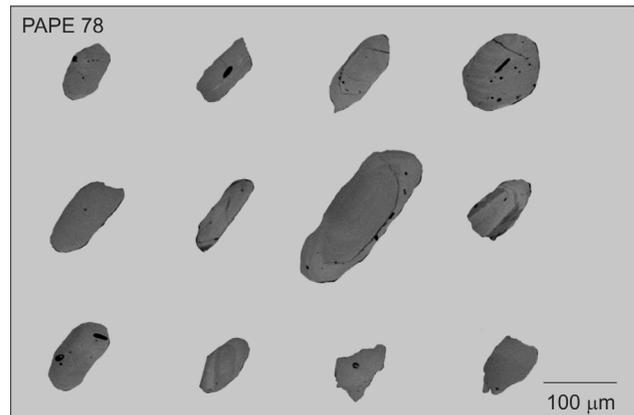


Figura 16. Imagem de catodoluminescência de alguns zircões da amostra PAPE 78, Açude Quixabinha (CE) (Figura 10). Os zircões estão distribuídos na figura segundo as idades: os da parte inferior da figura apresentaram idades paleoproterozoicas; os das partes média e superior, neoproterozoicas (criogenianas e ediacaranas).

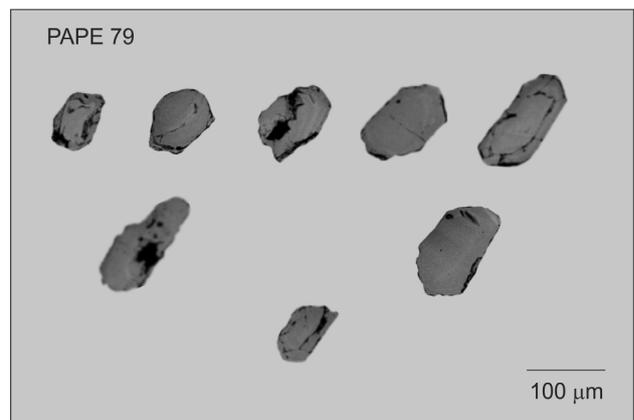


Figura 17. Imagem de catodoluminescência de alguns zircões da amostra PAPE 79, Rodovia PB-104, fronteira com o Ceará (Figuras 13A e 13B). Os zircões estão posicionados segundo a idade: arqueana (mais abaixo), paleoproterozoica (ao meio) e neoproterozoica (acima), sendo dois do canto superior esquerdo neotonianos (ca. 790 Ma) e os três à direita do Ediacarano (ca. 570 Ma).

Paleoproterozoico e o Arqueano, as indicações são em número bastante pequeno (vide ordenada do gráfico). As determinações SHRIMP, nas duas faixas em questão (Rio Farinha-Jati e Parnamirim-Verdejante) ratificam sobejamente os dados obtidos pelo método U-PB Laser. Sem dúvidas, a principal fonte dos metassedimentos do SPAB foi de idade criogeniana. A participação de zircões estenianos-tonianos vem em segundo lugar e a contribuição dos zircões de fontes do Paleoproterozoico e Arqueano é sempre em proporções diminutas. Essas observações já haviam sido igualmente detectadas na discussão das amostras anteriores (PAPE 78, PAPE 79, PAPE 69 etc.)



Figura 18. Fotografia dos xistos laminados de baixo grau aflorantes a 5 km sudeste de Piancó (rodovia BR-361), com algumas intercalações de metavulcânicas félsicas (que não foram analisadas).

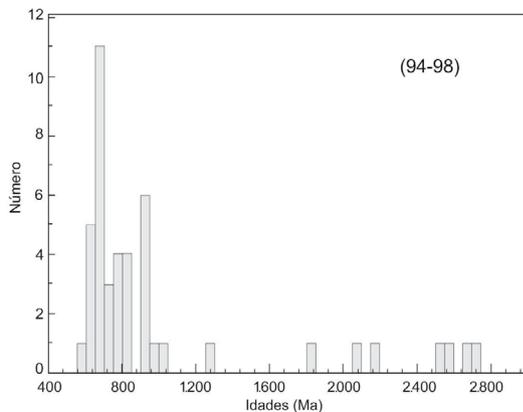


Figura 19. Histograma dos zircões detríticos (análise Sensitive High Resolution Ion Micro Probe, amostra 94-98) dos metassedimentos psamíticos-pelíticos do Supergrupo Santana dos Garrotes (Figuras 15 e 16) localizados a sudeste de Piancó (PB) (Van Schmus et al., 2011).

Faixa Ouricuri-Bodocó

Essa faixa apresenta poucos afloramentos devido à proximidade com a serra do Araripe, por conta dos detritos (tálus) dela derivados. Predominam filitos sedosos nos poucos afloramentos visitados, que supomos pertencer ao Supergrupo Santana dos Garrotes, porque, ao norte (sob a cobertura do Araripe), podemos enxergar conexões dessa faixa com os metassedimentos da Rio Farinha-Jati (bem ao norte).

A amostra coletada para análise geocronológica foi um filito relativamente bandado apresentando interessantes concreções (forma sigmoidal) de cálcio-silicáticas (amostra PAPE 62). Como em outros casos, em diagrama concórdia, os zircões detríticos de idade inferior a 1000 Ma são concordantes, e os demais (> 1000 Ma) são discordantes (Figuras 24 a 26). No histograma, essa amostra apresenta



Figura 20. Xistos biotíticos extremamente rítmicos, com intercalações paralelizadas (S_0/S_2) de metavulcânicas félsicas, do Supergrupo Salgueiro, na BR-232 (PAPE 69) (Figuras 5C e 5D).

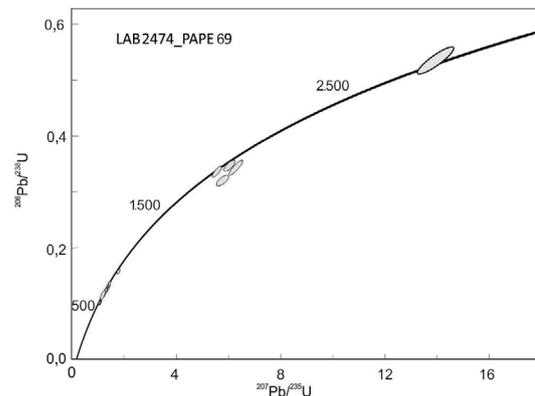


Figura 21. Diagrama concórdia para amostra de xistos biotíticos da amostra PAPE 69, Leste de Parnamirim (PE).

um pico importante na passagem Criogeniano-Eoediacarano (623 Ma), dois picos na passagem Esteniano-Toniano (ca. 878 Ma, ca. 960 Ma) e algumas outras indicações de muito menor monta para zircões do Paleoproterozoico e Arqueano (ratificando tudo o que foi dito nos itens anteriores).

PRINCIPAIS CONCLUSÕES

Do ponto de vista da regionalização geotectônica, o SPAB enquadra-se perfeitamente na classificação de *branching system of orogens* (conceito/escola norte-americano) e/ou sistema de dobramentos em mosaico (conceito/escola soviética e afins).

Os metassedimentos presentes no SPAB, em sua maioria, correspondem àqueles inerentes aos complexos turbidíticos



Figura 24. Filitos com concreções cálcio-silicáticas (em forma sigmoial), 12 km ao norte de Bodocó (PE) — Amostra PAPE 62.

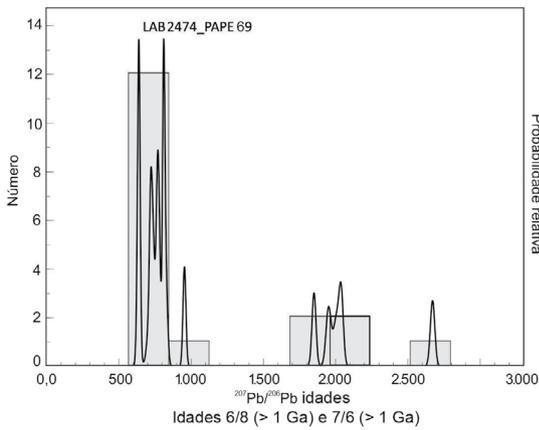


Figura 22. Histograma para os zircões detriticos da amostra PAPE 69.

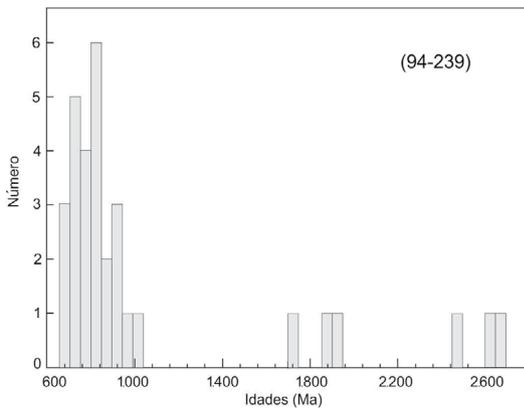


Figura 23. Histograma para os zircões detriticos da amostra 94-239, Rodovia BR-232, a leste de Parnamirim, analisados pelo método Sensitive High Resolution Ion Micro Probe (Van Schmus et al., 2011).

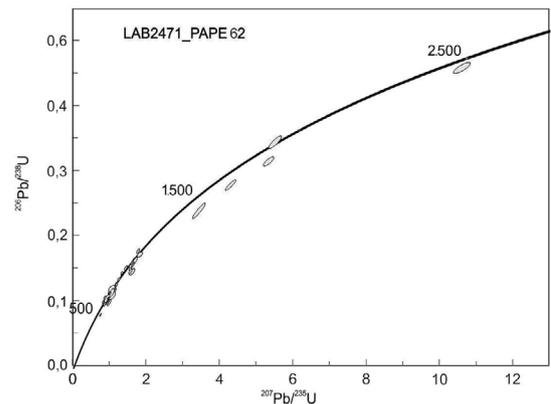


Figura 25. Diagrama concórdia para as rochas cálcio-silicatas intercaladas nos filitos da Faixa Ouricuri-Bodocó, 12 km ao norte de Bodocó (PE) — PAPE 62.

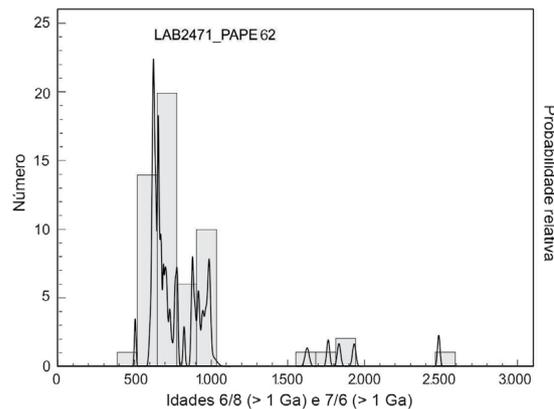


Figura 26. Histograma para os zircões detriticos da amostra PAPE 62, Faixa Ouricuri-Bodocó.

(*fysches terrigenos*), de águas relativamente profundas, provável substrato marinho predominante. A exceção é o ramo norte do Rio Salgado (próximo ao antepaís), com substrato ensialico.

Pela análise dos zircões clásticos presentes, as fontes da sedimentação eram predominantemente do Neocriogeniano (630 – 660 Ma), sendo necessário destacar a presença significativa de picos de idade tonaiana-esteniana, secundadas por outras do Meso-Paleoproterozoico e do Arqueano. Esse esquema é comparável com aquele já apresentado para os sistemas Seridó (ao norte) e Rio Capibaribe (a sudeste), com poucas diferenças a serem perquiridas. Uma história de evolução final no limite Criogeniano-Ediacarano (ca. 635 Ma) fica definitivamente assentada.

Os altos de embasamento que ramificam o SPAB são predominantemente de natureza gnáissico-migmatítica e de idades paleoproterozoicas e estão sempre balizados por falhas de rejeito direcional importantes. Isso os leva à classificação preliminar de *terrenos dispersos* (Howell, 1995), ligados de alguma forma às zonas de cisalhamento de Patos (ao norte) e de Pernambuco (a sul da Zona Transversal). Provavelmente, em parte, eles foram soerguidos nos estágios finais da tectogênese.

O arco-magmático cedo-ediocarano Jacaraú-Moraes (Brito Neves et al., 2016) transpassa diagonalmente o SPAB (do nordeste da Paraíba ao oeste de Pernambuco) e é responsável pela presença de vários *stocks* e batólitos graníticos-granodioríticos clássicos da província (Conceição, Itaporanga Emas, Serrita etc. — Sial e Ferreira, 2016), com significativo papel no cenário regional e no quadro do grau de metamorfismo regional.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, O. (1970). *Geologia Econômica da Parte da Região do Médio São Francisco, Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro: DNPM-DFPM. 97p. (Boletim, 140).
- Basilino, R. G., Miranda, A. W. A., Morais, D. M. F. (2014). *Mapa Geológico da Folha SC.24-X-A-I Mirandiba, Escala 1/100.000*. Brasil: Serviço Geológico do Brasil – CPRM-SUREG-Recife. (Circulação Restrita).
- Beurlen, H., Sial, A. N., Brito Neves, B. B. (1978). Considerações sobre a geologia da área entre Piancó e Catingueira, PB. *XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, Anais, 1, p. 58-68. Recife: SBG.
- 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, M. F. L. (2014). Metavulcânicas ácidas do Complexo Salgueiro: caracterização e comparação com aquelas do complexo riacho gravatá e Grupo Cachoeirinha, Zona Transversal, Província Borborema, NE. Brasil. *XLV Congresso Brasileiro de Geologia*, Anais, p. 121. Salvador: SBG.
- Brito, M. F. L., Marinho, M. S. (2017). *Geologia e Recursos Minerais da Folha Salgueiro, SC.24-V-B-III, Escala 1/100.000*. Recife: Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil, SUREG-RECIFE. 217p.
- Brito Neves, B. B. (1983). *O Mapa Geológico do Nordeste Oriental do Brasil. Escala 1/1.000.000*. Tese (Livro Docência). São Paulo: Instituto de Geociências – USP. <https://doi.org/10.11606/T.44.2013.tde-30102013-131731>
- Brito Neves, B. B., Campos Neto, M. C. (2016). A Faixa de dobramentos do Rio Salgado, norte-noroeste da Zona Transversal-Província Borborema (PB-CE). *Geologia USP. Série Científica*, 16(3), 3-17. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v16i3p3-17>
- Brito Neves, B. B., Fuck, R. A. (2017). Tectonic roles of South American tectonostratigraphic terranes in the Brasiliano collage. *Plate Tectonics at 50 - William Smith Meeting 2017*, Abstract Book, p. 87. Londres: GSL.
- Brito Neves, B. B., Pessoa, D. A. R., Pessoa, R. J. R., Kawashita, K., Cortes, P. L. (1984). Estudos Geocronológicos das rochas do embasamento da quadrícula de Salgueiro-PE. *XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*, Anais, p. 2473-2490. Rio de Janeiro: SBG.
- Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Fuck, R. A., Santos, L. C. M. L. (2016). A preserved early Ediacaran magmatic arc at the northernmost portion of the Transversal Zone, central subprovince of the Borborema Province, Northeastern South America. *Brazilian Journal of Geology*, 46(4), 491-508. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-4889201620160004>
- Brito Neves, B. B., Van Schmus, W. R., Basei, M. A. S. (1990). Contribuição ao Estudo da Evolução geocronológica do Sistema de Dobramentos Piancó-Alto Brígida. *XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia*, Anais, 5, p. 2697-2710. Natal: SBG.
- Brito Neves, B. B., Van Schmus, W. R., Santos, E. J., Campos Neto, M. C., Kozuch, M. (1995). O Evento Cariris Velhos na Província Borborema. Integração de dados, implicações e perspectivas. *Revista Brasileira de Geociências*, 25(4), 279-296.

- Campos Neto, M. C., Brito Neves, B. B., Bittar, S. M. B. (1994). Evolução Tectônica do Nordeste Meridional: Sistema Piancó-Alto Brígida. Relatório de Projeto da FAPESP/Geociências – 92/20979-5. 60 p. (inédito – circulação restrita).
- Gomes, H. A. (2000). *Carta Geológica da Folha Serra Talhada - SB-24-Z-C Escala 1/250.000*. Recife/Brasília: CPRM, Serviço Geológico do Brasil.
- Howell, D. G. (1995). *Principles of terrane analysis: new application for global tectonics*. 2ª. ed. Londres: Chapman & Hall. 122p.
- Kozuch, M. (2003). *Isotopic and Trace element geochemistry of Early Neoproterozoic Gneissic and metavolcanic rocks in the Cariris Velhos Orogen of the Borborema Province, Brazil, and Their bearing on Tectonic Setting*. Thesis (Ph.D.). Lawrence: Department of Geology, Faculty of the Graduate School, University of Kansas. 199p.
- Lima, E. S. (1989). *Evolução Tectono-metamórfica durante o Proterozoico do segmento mediano do domínio Estrutural Central, Nordeste Brasileiro*. Tese (Professor Titular). Recife: Departamento de Geologia – UFPE. 137p.
- Marulanda, C. O. (2013). *Estudo da Proveniência em sequências supracrustais neoproterozoicas da Zona Transversal, Província Borborema*. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências – USP. <https://doi.org/10.11606/D.44.2013.tde-03062015-092058>
- Medeiros, V.C. (2004). *Evolução geodinâmica e condicionamento estrutural dos terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, Domínio Zona Transversal, NE do Brasil*. Tese (Doutorado). Natal: Centro de Ciências Exatas e da Terra – UFRN. 185p.
- Muniz, M. B., Santos, E. J. (1980). *Prospecto de cobre, chumbo e Zinco da Faixa Cachoeirinha-Salgueiro*. Relatório Interno nº 1.355. Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional do Recife. 150p. (Circulação Restrita).
- Murphy, M. A., Salvador, A. (1999). International Stratigraphic Guide: an abridge version. *Episodes*, 22(4), 255-271.
- Mutti, E., Bernoulli, D., Lucchi, R., Tinterri, R. (2009). Turbidites and turbidity currents from Alpine “flysch” to the exploration of continental margins. *Sedimentology*, 56(1), 267-318. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2008.01019.x>
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature. (2005). North American Stratigraphic Code. *AAPG Bulletin*, 89(11), 1547-1591.
- Sial, A., Brito Neves, B. B., Beurlen, H., Melo, P. G., Pessoa, R. J. R. (1983). *Projeto Extremo Oeste de Pernambuco: quadriculas de Salgueiro e parte de Chorrochó e Parnamirim*. Relatório Final. Brasil: Ministério das Minas e Energia/Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco. 51p. (Circulação Restrita).
- Sial, A. N., Ferreira, V. P. (2016). Magma association in Ediacaran granitoids of the Cachoeirinha-Salgueiro and Alto Pajeú terranes, northeastern Brazil: forty years of studies. *Journal of South American Earth Sciences*, 68, 113-133. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.10.005>
- Silva Filho, M. A. (Coord.). (1985). *Projeto Cachoeirinha Relatório Final. Texto*. Recife: Companhia de Pesquisas de Recurso Minerais (CPRM), Superintendência Regional do Recife (SUREG-Recife). v. 1.
- Superintendência Regional de Geologia (SUREG), Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM). (2017). Mapa de anomalia aeromagnetométrica. Escala: 1/30.000 m. Recife: SUREG-CPRM. (inédito – circulação restrita).
- Van Schmus, W. R., Kozuch, M., Brito Neves, B. B. (2011). Precambrian history of the Zona Transversal of the Borborema Province, NE Brazil; insights from Sm-Nd and U-Pb geochronology. *Journal of South American Earth Sciences*, 31(2-3), 227-252. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.010>
- Zhang, L., Pan, M., Wang, H. (2017). Deepwater Turbidite Lobe Deposits: A Review of the Research Frontiers. *Acta Geologica Sinica*, 91(1), 283-300. <https://doi.org/10.1111/1755-6724.13078>