

**NOVOS DADOS GEOLÓGICOS DA REGIÃO ENTRE TIMBAÚBA E
MACAPARANA, TERRENO RIO CAPIBARIBE, PROVÍNCIA BORBOREMA:
FAIXA DE ROCHAS METAVULCANOSSEDIMENTARES, CORPOS
LENTICULARES DE GRANITÓIDES E ENRIQUECIMENTO ANÔMALO EM
EPIDOTOS**

Natália Gomes Alves de Souza¹

Adriana Baggio Garlipp^{2,3}

João Adauto de Souza Neto^{1,2}

Edilton José dos Santos⁴

Douglas José Silva Farias²

¹Programa de Pós-Graduação em Geociências, UFPE, nataliagas@gmail.com

²Departamento de Geologia, UFPE, adauto@ufpe.br

³Bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutoramento (PNPD)-CAPES-FACEPE,
adriana.baggio@ufpe.br

⁴CPRM – Serviço Geológico do Brasil

RESUMO

Regionalmente a área deste estudo encontra-se inserida no contexto da "Zona Transversal", no Terreno Rio Capibaribe, e onde ocorrem as rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, rochas metavulcanossedimentares, além de rochas de Suítes Magmáticas Neoproterozoicas. Visando o mapeamento geológico de semi-detulhe (escala de 1:50.000), foram realizadas as caracterizações dos principais tipos litológicos da região, com análises petrográficas detalhadas dos mesmos, entendimento das relações de campo e temporal entre as rochas, além do enquadramento das fases tectono-metamórficas que afetaram a área. Como resultado foram individualizadas quatro unidades litoestratigráficas (Complexo gnáissico-migmatítico; Complexo Metavulcanossedimentar; Granito Tipo Serra do Mascarenhas, e Granito Tipo Timbaúba). Estas duas últimas unidades correspondem às Suítes Magmáticas Neoproterozoica, e ocorrem dispostas de acordo com a influência das zonas de cisalhamento contracionais (denominadas de Pindoba e Uruçu, Fase deformacional D_n) e transcorrentes (Fase D_{n+1}), presentes principalmente nas porções sudoeste e sudeste da área investigada. As condições de pico metamórfico são na fácies anfíbolito alto ($500^\circ\text{C} < T < 650^\circ\text{C}$ e $3 \text{ kbar} < P < 11,5 \text{ kbar}$), que atingem localmente a fácies granulito (750°C), sendo atribuídas ao momento de atuação do evento deformacional D_n . E pico é sucedido por um estágio retrometamórfico na fácies xisto verde baixo ($T < 350^\circ\text{C}$ e $2 \text{ kbar} < P < 9 \text{ kbar}$). Destaca-se na área estudada, a descoberta de uma faixa de rochas metavulcanossedimentares, as formas lenticulares dos corpos intrusivos (Granitos Tipo Timbaúba e Serra dos Mascarenhas), relacionados ao evento deformacional D_n (contracional), além da anômala abundância de minerais do grupo do epidoto (epidoto, alanita, zoisita/clinozoisita), notadamente nos litotipos do Granito Tipo Timbaúba.

Palavras chave: Rochas metavulcanossedimentares, granitóides lenticulares, minerais do grupo do epidoto, Terreno Rio Capibaribe.

ABSTRACT

In terms of its regional geology, the study area is inserted within the Transversal Zone in the Rio Capibaribe Terrain, which consist of the gneiss-migmatitic complex, metavolcanosedimentary and Neoproterozoic magmatic suite rocks. In order to conduct a semi-detailed geological map (scale 1:50.000), the main lithotypes were identified via detailed petrographical analyses of them. Field and temporal relationship between the lithotypes were also assessed, and the tectono-metamorphic phases that affected the geological units of the study area were established. The rocks found were grouped into four lithostratigraphic units: gneiss-migmatitic complex; a metavolcanosedimentary complex; Serra do Mascarenhas and Timbaúba granites. The latter two units correspond to the Neoproterozoic magmatic suites, and are controlled by the contractional (Pindoba and Uruçu; D_n deformational phase) and trascurrent (D_{n+1} phase) shear zones, which occur in the southwestern and southeastern portions of the mapped area. The conditions of the metamorphic peak that affected the rocks of the area were in the amphibolite facies ($500^{\circ}\text{C} < T < 650^{\circ}\text{C}$ and $3 \text{ kbar} < P < 11,5 \text{ kbar}$), but locally reached the granulite facies (750°C). These conditions occurred during the main (D_n) deformational event. The metamorphic peak was succeeded by a retrograde metamorphic stage in the low green schist facies ($T < 350^{\circ}\text{C}$ and $2 \text{ kbar} < P < 9 \text{ kbar}$). Metavolcanosedimentary rocks, the lenticular-shaped intrusive bodies were uncovered in the study area (Timbaúba and Serra dos Mascarenhas Granites; related to the contractional event D_n), in addition to an anomalous abundance of the epidote group minerals (epidote, allanite, and zoisite/clinozoisite), mainly present in the Timbaúba Granite.

Keywords: Metavolcanosedimentary rocks, lenticular-shaped granitoids, epidote group minerals, Rio Capibaribe Terrane.

INTRODUÇÃO

A área estudada dista aproximadamente 100 km à noroeste de Recife, e está localizada entre os municípios Timbaúba, à nordeste, e Macaparana, à sudoeste, no estado de Pernambuco (Figura 1). Os limites da mesma foram delimitados englobando o trecho a montante do rio Capibaribe-Mirim e dois dos seus afluentes, rio Mulungo e rio Tiuma, pois este estudo serviu também como auxílio na interpretação de dados geoquímicos multi-elementares de sedimentos de fundo de drenagem, obtidos adicionalmente neste estudo.

Geologicamente a área estudada está inserida no contexto da Província Borborema (PB) no Domínio da Zona Transversal (ZT), mais especificamente no Terreno Rio Capibaribe (TRC).

A Província Borborema foi descrita inicialmente por Brito Neves

(1975) e Almeida et al. (1976) com uma hierarquia tectônica, constituída por maciços medianos, lineamentos e, sistemas ou faixas de dobramentos, estruturados durante a Orogênese Brasileira no final do Neoproterozoico. Esta província seria o resultado de um orógeno colisional desenvolvido a norte do Cráton do São Francisco, a partir de uma complexa colagem tectônica associada aos eventos orogênicos Cariris Velhos (Mesoproterozoico) e Brasileiro/Pan-Africano (Neoproterozoico) (Santos 1995).

Outro modelo para a evolução da Província Borborema foi proposto por Neves et al. (2006), segundo o qual a Província Borborema já se apresentava como um bloco único no final do Paleoproterozoico (Ciclo Transamazônico), e durante o Neoproterozoico houve apenas o fechamento de pequenas bacias.

A Zona Transversal (Brito Neves et al. 2000), também denominada Domínio Tectônico Central (Van Schmus et al. 1995), é limitada a norte e oeste pelo Lineamento Patos, a sul pelo Lineamento Pernambuco, e a leste pelas bacias sedimentares costeiras, com um direção estrutural preferencialmente ENE-WSW. Este domínio é considerado a área tipo para a definição da Orogênese Cariris Velhos (Brito Neves et al. 1995; Van Schmus et al. 1995). Os terrenos geológicos do Domínio da Zona Transversal apresentam-se como blocos com idade variando entre paleoproterozoica e neoproterozoica (Santos 1995).

O Terreno Rio Capibaribe (TRC) representa uma sucessão de *nappes* constituídas por rochas cristalinas e turbidíticas, possivelmente de idades Cariris Velhos, intercaladas com blocos paleoproterozoicos, retrabalhados durante a Orogênese Brasileira (Santos et al. 2002).

Em mapas regionais onde se insere a área estudada (Barbosa 1990;

Gomes et al. 2001), assim como no estudo de semi-detahle de Chateaubriand (1978), são reconhecidas apenas duas unidades geológicas: o Complexo Gnáissico-Migmatítico, que constitui o embasamento de vários terrenos tectono-estratigráficos da Província Borborema no Estado de Pernambuco, e as Suítes Magmáticas Neoproterozoicas. Estas suítes magmáticas brasileiras são representadas na área estudada pelo plutonismo sin-tectônico que, constituem duas unidades, Granitos Tipo Timbaúba (Guimarães et al. 2004) e Granito Tipo Serra do Mascarenhas (Barbosa 1990). Visando contribuir e aprofundar os conhecimentos sobre a geologia do Terreno Rio Capibaribe, o presente trabalho engloba a descrição detalhada, macroscópica e microscópica, dos litotipos presentes na área, a relação de campo e temporal entre os mesmos, e o ordenamento das fases tectono-metamórficas às quais a área foi submetida.

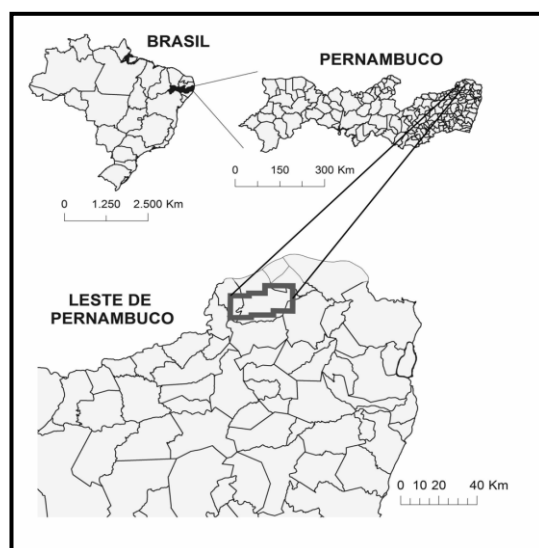


Figura 1: Localização da área de estudo, entre os municípios de Timbaúba e Macaparana, na porção leste do Estado de Pernambuco.

MATERIAS E MÉTODOS

De posse do mapa fotogeológico foram desenvolvidos trabalhos de campo, com o auxílio de martelo petrográfico, lupa de bolso, GPS, bússola, e estereoscópio de bolso, durante os quais foram definidas as relações de contato e estruturais, além da composição mineralógica das unidades geológicas que ocorrem na área.

As amostras representativas das rochas encontradas foram coletadas e descritas macroscopicamente, no campo e em laboratório. Com base nesta descrição foram selecionadas as amostras mais representativas, melhor preservadas do intemperismo, para confecção de 41 seções delgadas. Após terem sido confeccionadas, com auxílio de microscópio petrográfico elas foram utilizadas para se elaborar a descrição petrográfica detalhada e estabelecimento dos eventos tectono-metamórficos registrados.

A interpretação dos dados foi elaborada com a integração de todas as informações adquiridas neste estudo, que se baseou na revisão de trabalhos anteriores e em um levantamento geológico embasado em uma metodologia que contempla a fotointerpretação de fotografias aéreas (escala 1:30.000) e de imagens de satélite (escala 1:500.000), verificação de campo com observações e descrição sistemática dos tipos litológicos e das estruturas geológicas, culminando com a confecção do mapa geológico de semi-detalle (escala de 1:50.000), confeccionado em ambiente GIS.

DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS MAPEADAS

O empilhamento litoestratigráfico foi estabelecido considerando-se os estudos regionais de Barbosa (1990), Gomes e Santos (2001), e Guimarães e

Almeida (2001), o estudo em escala de semi-detalle de Chateaubriand (1978), além das relações cronológicas observadas em campo durante o mapeamento geológico (Figura 2). A seguir, descreve-se em detalhe cada uma das unidades litoestratigráficas mencionadas.

Quatro unidades litoestratigráficas foram identificadas na área deste trabalho, sendo elas: (i) Complexo gnáissico-migmatítico, composto principalmente por biotita-hornblenda gnaisses, localmente migmatizados; (ii) Complexo Metavulcanossedimentar, representado por paragneisses, granada-biotita xistos e intercalações de rochas metamáficas; (iii) Granito Tipo Serra do Mascarenhas, composto por metassienogranitos finos, (iv) e Granito Tipo Timbaúba, que tem como principais litotipos, ortogneisses de composição quartzo dioríticas à granodioríticas, a primeira contendo enclaves de diorito.

Em grande parte dos afloramentos estudados, as duas últimas Unidades descritas acima, tratam-se de rochas gnáissicas, porém neste trabalho manteve-se a denominação de Granitos por ter se encontrado na área estas rochas livres deste processo, com os protólitos graníticos bem preservados.

As zonas de cisalhamento contracionais estão ligadas ao evento deformacional mais proeminente da área (Fase D_n), enquanto as zonas de cisalhamento transcorrentes estariam ligadas à uma fase tectônica mais jovem, caracteristicamente de alto ângulo, aqui nomeada de Fase D_{n+1} . Estas zonas de cisalhamento estão presentes principalmente nas porções sudoeste e sudeste da área, sendo que são responsáveis pela disposição das unidades mapeadas.

As condições de pico metamórfico que afetou as unidades geológicas da área estudada ocorreram na fácies anfibolito alto ($500^\circ\text{C} < T < 650^\circ\text{C}$ e $3 \text{ kbar} < P < 11,5 \text{ kbar}$), e que

localmente atingiram a fácies granulito (750°C e $3 \text{ kbar} < P < 4 \text{ kbar}$). As mesmas são atribuídas neste trabalho ao momento de atuação do evento deformacional D_n , tendo em vista que as paragêneses minerais usadas para as estimativas destas condições metamórficas estão dispostas ao longo da foliação S_n , que é a mais proeminentemente observada na área. O retrometamorfismo da área foi com condições da fácies xisto verde baixo ($T < 350^{\circ}\text{C}$ e $2 \text{ kbar} < P < 9 \text{ kbar}$).

Complexo Gnáissico-Migmatítico (Unidade I)

Unidade litológica de maior expressão macroscopicamente (Figura 2), composta por biotita-hornblenda gnaisses, localmente migmatizados, de composição variando de monzonítica a granodiorítica. Contém igualmente anfíbolitos, não individualizados na escala mapeada, e intercalações dioríticas. Trata-se de rochas de coloração variando de cinza a esverdeada, textura granoblástica e granulometria média a

grossa, onde se destacam porfiroclastos (de 1 a 4 cm) de feldspato alcalino. Em algumas porções foram observados processos de epidotização, preferencialmente ao longo de fraturas, que tem associados quartzo e óxidos de ferro.

Estas rochas, na maioria dos afloramentos estão intrudidas por rochas graníticas equigranulares finas (sienograníticas) e pegmatíticas do Granito Tipo Serra dos Mascarenhas, que formam destaques topográficos. Foram encontradas na porção nordeste da área intrusões de rochas de composição diorítica do Granito Tipo Timbaúba.

Destaca-se a presença constante de epidoto nas seções delgadas referentes a esta unidade geológica, os quais se apresentam associados ou inclusos em biotitas, e alguns mostram núcleo de alanita, zoisita/clinozoisita (Figura 3) e a presença de augita nas seções delgadas dos afloramentos NS-03 e NS-44, localizadas no extremo sul e porção central da cidade de Timbaúba, respectivamente.

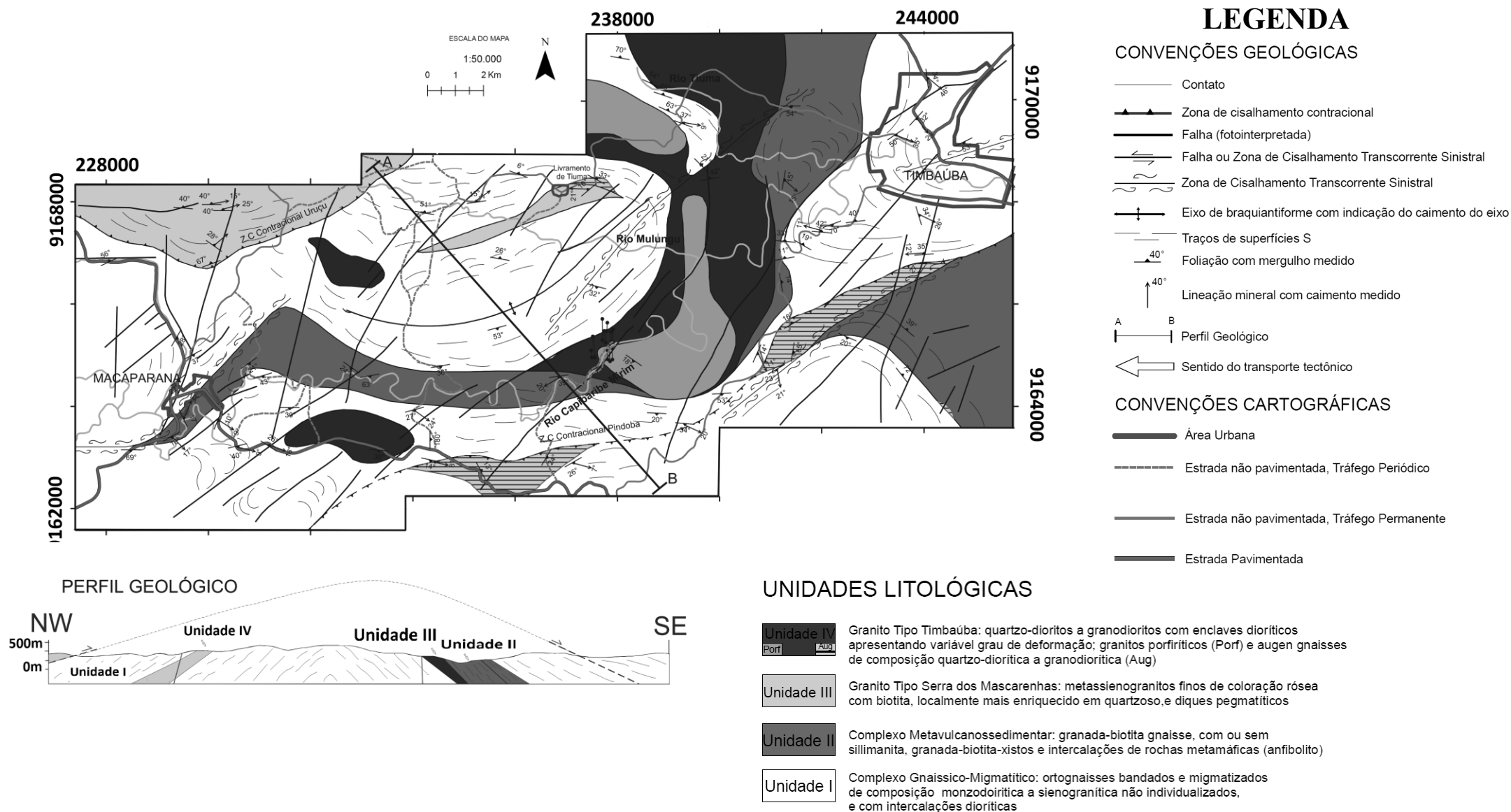


Figura 2: Mapa Geológico da área entre as cidades de Timbaúba e Macaparana (PE), escala de 1: 50.000 (Alves de Souza 2011).

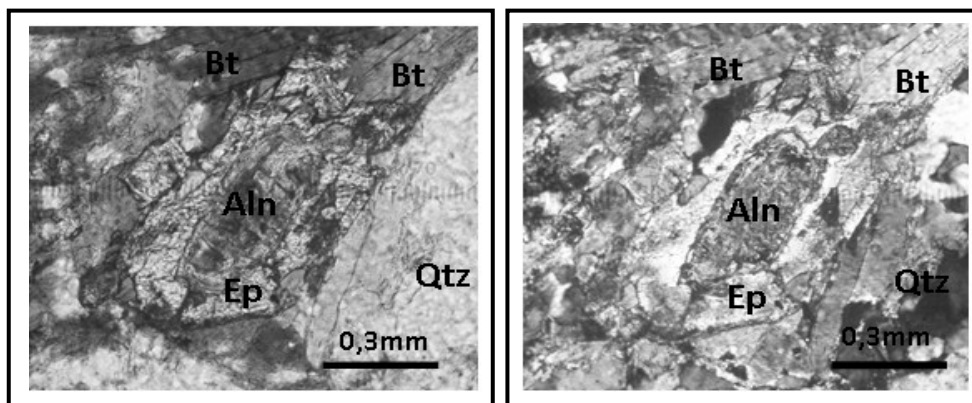


Figura 3: Epidoto (Ep) com núcleo de alanita (Aln) envolto por cristais de biotita (Bt) e quartzo (Qtz), ocorrendo em ortogneisse da Unidade I (Lâmina delgada NS-02; porção NE da área). Nicóis paralelos (esquerda) e nicóis cruzados (direita). As abreviaturas adotadas são segundo Kretz (1983) Siivola e Schmid (2007).

Complexo Metavulcanossedimentar (Unidade II)

Estudos anteriores, tanto de caráter regional como local, relacionados à área estudada não mencionavam a presença de um conjunto de rochas com tais características. No âmbito deste trabalho foi caracterizado pela primeira vez na região esse complexo de rochas metavulcanossedimentares, que provavelmente dado ao intenso grau de alteração intempérica particular dessa região climática, não foi reconhecido anteriormente. Macroscopicamente é possível se observar este complexo disposto na forma de uma grande faixa alongada que tem sua feição controlada por zonas de cisalhamentos (Figura 2).

O Complexo Metavulcanossedimentar é composto por paragneisses, granada-biotita xistos e intercalações de rochas metamáficas (anfibolitos), intensamente intrudidas por granitos finos e pegmatíticos do Tipo Serra do Mascarenhas. Localmente aparecem intercaladas com granito rico em quartzo desta última unidade. Os paragneisses e os xistos são caracteristicamente granatíferos, com ou sem sillimanita.

As rochas dessa unidade possuem granulação média à grossa e coloração cinza, sendo geralmente bandadas, com bandas félsicas ricas em quartzo e plagioclásio, alternadas com outras máficas, ricas em biotita e muscovita. A foliação desenvolvida nessas rochas é do tipo bandamento composicional (Figura 4).

Estes paragneisses e xistos ocorrem também com intercalações de anfibolitos de origem provavelmente vulcânica. Em análise mesoscópica foi detectada a abundância de hornblenda e enstatita, o que confere a estas rochas uma coloração esverdeada.

A partir da análise microscópica dos paragneisses e granada-biotita xistos observa-se o desenvolvimento de texturas que variam de granolepidoblástica à lepidogranoblástica, sendo equigranulares e orientadas.

Salienta-se que a granada apresenta-se bastante alterada, com aspecto granoblástico, sendo que alguns de seus cristais são porfiroblastos. Apresenta fraturas preenchidas por biotita, muscovita, allanita, óxido-hidróxido de ferro (leucoxeno) e estilpnomelano (Figura 5).



Figura 4: Bandamento composicional nos paragneisses da Unidade II (Afloramento NS-20, porção N da área).

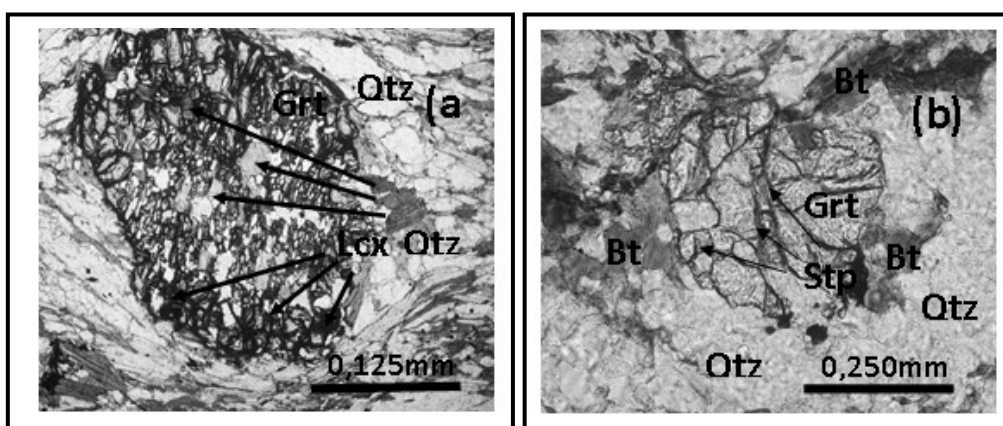


Figura 5: (a) Granada (Grt) com inclusões de óxido-hidróxido de ferro (leucoxeno Lcx), biotita (Bt) e quartzo (Qtz) (Lâmina delgada NS-80, porção W da área); (b) Granada (Grt) menor, menos alterada, incolor e com fraturas preenchidas por estilpinomelano (Stp) (Lâmina delgada NS-30.B, porção N da área). Ambas em paragneisses da Unidade II. Nicóis paralelos.

Nas porções SW e NE da área as granadas são tipicamente menores, menos fraturadas e incolores ou rosadas (provavelmente do tipo almandina), e a biotita é esverdeada, o que propõe uma variação composicional desta unidade dentro da área estudada. Destaca-se também a presença de turmalinas, verdes, euédricas a subédricas e com cristais de tamanho relativamente pequeno comparando-se com os demais minerais da rocha (Figura 6).

As rochas metamáficas, que estão intercaladas com as rochas metassedimentares, apresentam textura porfiroblástica e são compostas, essencialmente e em ordem decrescente de abundância, por hornblenda, enstatita (em equilíbrio textural com a hornblenda) e flogopita, além de epidoto, zoisita, clinozoisita, allanita, calcita, minerais opacos, titanita e óxido-hidróxido de ferro (leucoxeno).

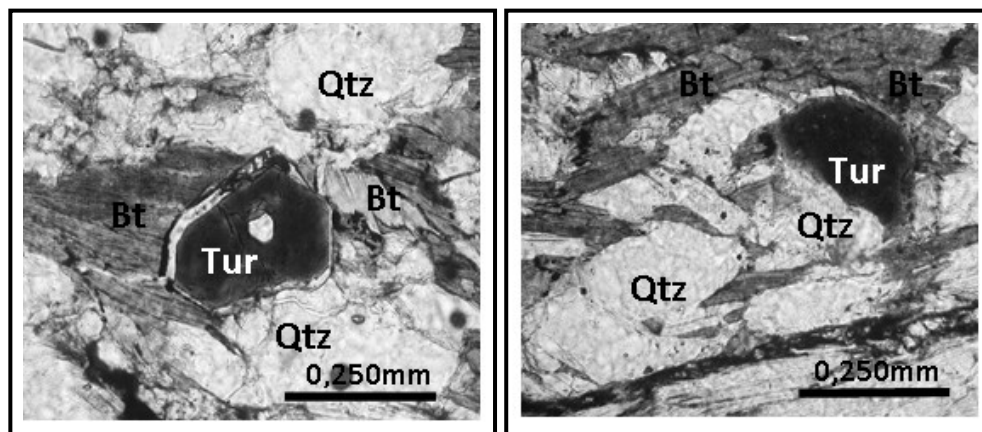


Figura 6: Turmalinas (Tur) euédricas a subédricas de caráter tardio, sobre cristais de biotita (Bt) e quartzo (Qtz), observadas em paragnaisse da Unidade II (Lâmina delgada NS-80, porção W da área). Nicóis paralelos.

Granito Tipo Serra do Mascarenhas (Unidade III)

Estes granitoides, em escala de mapa (Figura 2) apresentam-se como intrusões lenticulares no Complexo Gnáissico-Migmatítico. São compostos por sienogranitos, em algumas porções apresentasse parcialmente deformados. Estes mostram granulação fina, sendo equigranulares, de coloração rósea com biotita, sendo localmente mais enriquecido em quartzo e diques pegmatíticos.

Em campo ocorrem como corpos lenticulares, tabulares ou *sheets* de até 7 m de espessura alojados nos ortognaisses do Complexo Gnáissico-Migmatítico e como injeções e microinjeções em rochas do Complexo metavulcanossedimentar. Além disso alguns corpos encontram-se na forma de *boudins* de tamanhos variados (Figura 7). Em análise microscópica, em algumas seções observou-se recristalização de quartzo e biotita, além da presença de clorita.

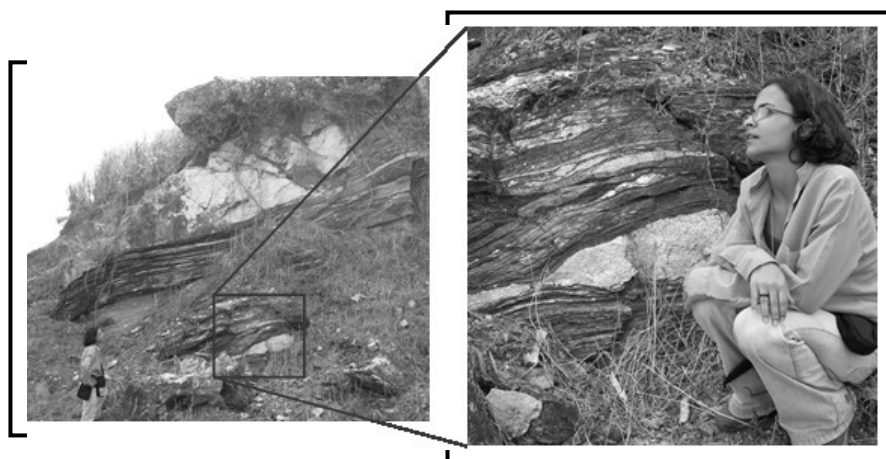


Figura 7: Boudins de gnaisse da Unidade 3 nos ortognaisses da Unidade I (Afloramento NS-16, porção NW da área).

Granito Tipo Timbaúba (Unidade IV)

As rochas desta unidade ocorrem como corpos lenticulares alongados, seguindo os traços dos lineamentos estruturais da área (Figura 2). Esta unidade é composta por quartzo dioritos à granodioritos, com enclaves de dioritos. As rochas dominantes nesta unidade apresentam texturas que variam de equigranular à porfírica. Exibem graus variáveis de deformação, sendo que comumente apresentam-se como augen gnaisses, que são considerados uma fácies oriunda da deformação dos termos porfíricos mais preservados da deformação.

Os quartzo dioritos a granodioritos são classificados como rochas faneríticas, de coloração escura (máfica) e textura equigranular. As porções gnaissificadas que estas rochas exibem apresentam-se pouco foliadas/bandadas.

Os granitos porfíricos dominante desta unidade têm sua maior representação nas proximidades da localidade de Livramento de Tiuma, Figura 2, na porção central da área. São rochas de coloração cinza escura, inequigranulares, com fenocristais de feldspatos potássicos com tamanhos e formas variadas (Figura 8), atingindo dimensões de 2,5x4cm.

Estes feldspatos apresentam-se zonados com inclusões de biotita marcando o limite entre estas zonas. São cristais essencialmente euédricos, e emoldurados por franjas de plagioclásio, configurando uma textura do tipo Rapakivi.

Os augen gnaisses comuns na área possuem porfiroblastos que chegam a ter dimensões de 2x3cm. Ocorrem como corpos lenticulares, localizados nas porções sul e noroeste da estudada (Figura 9).



Figura 8: Aspecto geral do granito porfírico da Unidade IV (Afloramento NS-31, porção N da área).

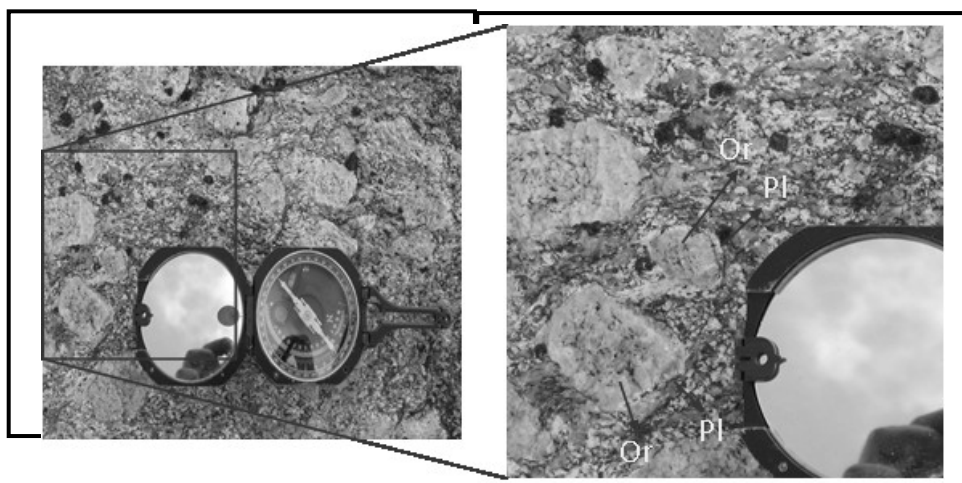


Figura 9: Textura rapakivi em feldspato potássico (ortoclásio? (Or)) envoltos por plagioclásio (Pl) (Afloramento NS-31, porção N da área).

A partir de análise microscópica destaca-se que os principais minerais acessórios são aqueles do grupo do epidoto (epidoto, zoisita/clinozoisita e allanita), que, localmente, juntos chegam a corresponder 15% da composição modal de determinados litotipos desta unidade.

Os cristais de epidoto são euédricos e subédricos (Figura 10) e ocorrem na forma de cristais relativamente grandes dispostos preferencialmente sobre a biotita, sendo que usualmente exibem núcleo de alanita e zoisita.

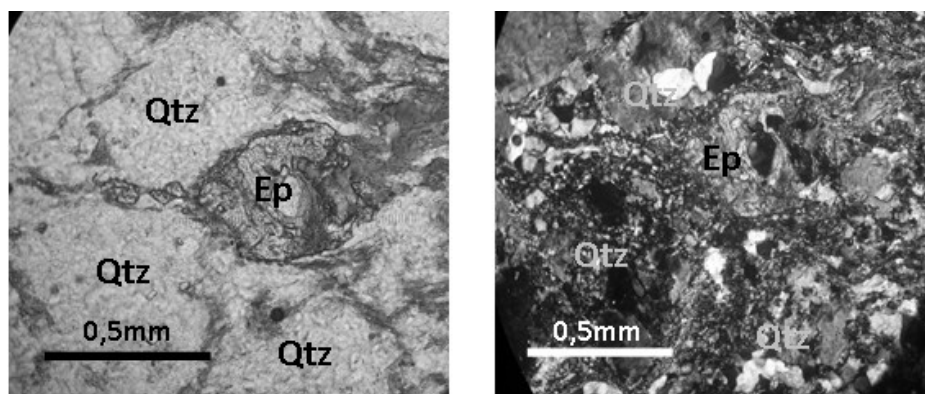


Figura 10: Cristal euédrico de epidoto (Ep) e cristais anédricos de quartzo (Qtz) bastante comuns nos litotipos da Unidade IV (Lâmina delgada NS-41, porção N da área). Nicóis paralelos (esquerda) e nicóis cruzados (direita).

ASPECTOS ESTRUTURAIS E METAMÓRFICOS DA ÁREA ESTUDADA

Por ser uma região com diversas superposições de eventos tectônicos pré-brasilianos e brasilianos, a distinção do seu arcabouço estrutural mais antigo torna-se uma tarefa bastante complexa,

devido à obliteração de estruturas mais antigas que traduziriam o regime tectônico prévio ao qual a região foi submetida.

As principais estruturas megascópicas reconhecidas são: a macrodobra (antiforme) localizada na porção central da área, identificada pela inversão das atitudes das foliações, e as

grandes zonas de cisalhamento (Z.C.) contracionais, ambas de direção NE-SW (Figura 2) e associadas à fase de deformação principal identificada na área (denominada D_n).

As Z.C. contracionais, denominadas de Uruçu (porção NW da área) e Pindoba (porção SE da área) são na verdade uma única Z.C., como pode ser observado na indicação das lineações de estiramento mineral, em geral com caimento para SE (Figura 2). Assim é possível se observar que o transporte pode ser acima do mergulho (*up dip*) na Z.C. Uruçu, e abaixo do mergulho (*down dip*) na Z.C. Pindoba (ver perfil geológico na Figura 2).

A principal característica das estruturas D_n são foliações com baixa

intensidade de mergulho (Figura 11), lineação de alta obliquidade e critérios cinemáticos diversos que indicam um transporte sistemático para sul-sudeste, que comprovam a presença da tectônica contracional (tipo empurrão).

São reconhecidas zonas de cisalhamento transcorrente com direções que variam desde direção NE-SW a N-S, como aquelas localizadas nas porções NE, SE e NW da área, e que demonstram cinemática sinistral (Figura 2). Estas estruturas são associadas à fase D_{n+1} , tendo como produto as foliações (S_{n+1}) que obliteram as foliações mais antigas (S_n), além de provocar dobramentos desta foliação pretérita.

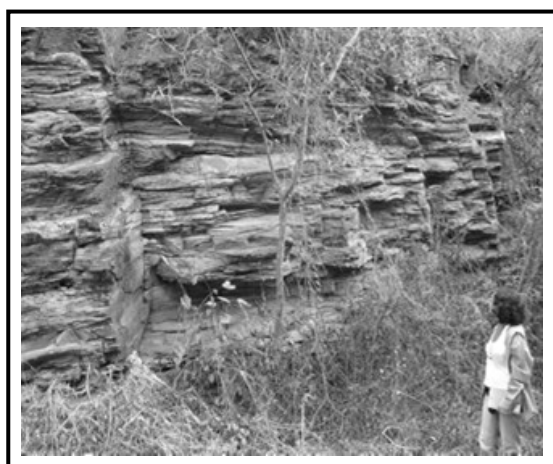


Figura 11: Foliação de baixo ângulo característica da fase D_n em gnaiss de composição mozogranítica da Unidade I mostrando (Afloramento NS-50, porção E da área).

Uma fase de deformação final D_{n+2} , de regime tipicamente rúptil é melhor caracterizado na escala de afloramento por falhas e fraturas de caráter localizado.

Quanto ao metamorfismo, para as condições de pressão do pico metamórfico foi considerado o intervalo de 3-5 kbar, que é aquela para o metamorfismo regional, segundo Santos et al. (2002). Porém a ausência de cordierita e andalusita nas amostras investigadas das unidades geológicas

mapeadas, associada à presença de hornblenda recristalizada e epidoto primário nas seções delgadas da Unidade I e de sillimanita na Unidade II, sugerem que estes valores de pressão podem ter sido superados, e atingido 12 kbar. Neste caso é importante se salientar que os epidotos encontrados nas Unidades II e IV, são secundários e ocorrem exibindo textura de corrosão principalmente nas bordas de cristais de biotita.

As paragéneses minerais das Unidades III e IV, Granito Tipo Serra dos Mascarenhas e Granito Tipo Timbaúba, são discutidas neste trabalho dentro do item aspectos metamórficos, considerando-se a usual presença de porções gnáissicas nestas Unidades tendo por exemplo abundância de recristalização de quartzo e biotita; na Unidade III, e de hornblenda na Unidade IV.

Em síntese, a Tabela 1 mostra as paragéneses minerais descritas para os estágios de metamorfismo que afetaram as unidades mapeadas, associando-se a cada uma delas as temperaturas de pico metamórfico e retrometamorfismo estabelecidas a partir das mesmas e de

acordo com as curvas de reação no espaço P-T de Yardley (1989).

Pode-se dizer que a área mapeada foi submetida, durante o evento de pico metamórfico, às condições P-T de fácies anfibolito alto, alcançando temperaturas entre 500 °C e 650°C, embora tenha atingido 750 °C localmente, pela presença de augita em gnaisses da Unidade I (Afloramento 03, localizado na porção NE da área), valor que é compatível com a fácies granulito e pressões que podem ter atingido 12kbar. As paragéneses descritas no estágio retrometamórfico, indicam que a área mapeada foi submetida a condições P-T de fácies xisto verde baixo, com entre 250°C e 400°C e pressões entre 2 kbar e 9 kbar.

Tabela 1: Resumo das paragéneses minerais, temperaturas e pressões indicadas para os estágios de pico metamórfico e retrometamorfismo das unidades mapeadas.

Unidade	Parágênese (pico metamórfico)	Parágênese (retrometamorfismo)	T (°C) / P (kbar) (pico metamórfico)	T (°C) / P (kbar) (retrometamorfismo)
1	Hbl-Bt	Chl-Ser-Ep	500-650 / 7-11,5	250-400 / 2-9
2	Sil-Bt-Grt	Ep-Ms	>500 / 3,5-12	350-400 / 3,5-9
3	Qz-Bt	Chl	>400 / 3-9	250-350 / 3,5-9
4	Hbl-Bt	Ep-Chl-Ser	500-650 / 7-11,5	250-400 / 2-9

* Abreviações minerais de acordo com Kretz (1983) e Siivola e Schmid (2007): biotita (Bt), hornblenda (Hbl), Sillimanita (Sil), granada (Grt), quartzo (Qz), epidoto (Ep), Clorita (Chl), Muscovita (Ms) e Sericita (Ser).

Na área estudada foram encontradas as seguintes unidades: Complexo gnáissico-migmatítico (Unidade I: ortognaisses bandados e migmatizados, de composição monzonítica e granodioríticas); Complexo Metavulcanossedimentar (Unidade II: granada-biotita gnaiss, granada-biotita xistos, ambos com ou sem sillimanita, além de intercalações de rochas metamáficas, do tipo anfibolitos); Granito Tipo Serra dos Mascarenhas (Unidade III: metassienogranitos finos, equigranulares, de coloração rósea com biotita, localmente mais enriquecido em quartzo, além de diques pegmatíticos);

Granito Tipo Timbaúba (Unidade IV: quartzo dioritos a granodioritos com enclaves dioríticos apresentando variável grau de deformação; granitos porfiríticos com textura rapakivi e bolsões de feldspato alcalino, além de augen gnaisses de composição quartzo-diorítica à granodiorítica, refletindo uma fácies oriunda da deformação mais intensa das rochas porfiríticas dessa mesma unidade).

Do ponto de vista estrutural, as unidades mapeadas estão controladas pelas zonas de cisalhamento contracionais (direção preferencial NE-SW) e transcorrentes (direção

preferencial também NE-SW) que recortam a área, afetando todas as unidades mapeadas. As zonas de cisalhamento contracionais estão ligadas ao evento deformacional principal (Fase D_n), enquanto as transcorrentes estariam ligadas à uma tectônica mais jovem, de alto ângulo, aqui nomeada de Fase D_{n+1} . Em relação às fases deformacionais mencionadas, as mesmas são distintamente evidenciadas pelo truncamento entre a foliação pretérita de baixo ângulo (S_n) e a foliação de alto ângulo (S_{n+1}). A fase D_{n+2} , relacionada a um regime rúptil, é caracterizada pela presença de falhas e fraturas em escala de afloramento, além do enxame de diques pegmatíticos fotointerpretados não mapeáveis de direção N-S localizado na porção centro-sul da área mapeada, que são considerados como tendo se alojados ao longo de tais estruturas.

Quanto ao metamorfismo, pode-se dizer que as rochas das unidades mapeadas teriam sido submetidas a condições de pico metamórfico na fácies anfibolito alto ($550^{\circ}\text{C} < T < 600^{\circ}\text{C}$ e $3 \text{ kbar} < P < 5 \text{ kbar}$), o que é caracterizado pela curva da anatexia hidratada, inferida pelos diversos termos migmatizados que ocorrem em toda a unidade. Localmente pode ter atingido 750°C (fácies granulito), como indica a presença de augita na Unidade I (Afloramento NS-03, porção NE da área). No estágio retrometamórfico, as condições P-T teriam sido na fácies xisto verde baixo, com temperaturas inferiores a 350°C .

Como pontos relevantes a serem enfatizados, neste trabalho registra-se pela primeira vez na área estudada a ocorrência de um complexo metavulcanossedimentar (Unidade II), composto por granada-biotita gnaisse (com ou sem sillimanita), e mica xistos, além de intercalações de rochas metamáficas, do tipo anfibolitos. Estes últimos interpretados aqui como de

natureza ortoderivada. Além das formas lenticulares dos corpos intrusivos, Granitos Tipo Timbaúba e Tipo Serra dos Mascarenhas, relacionadas ao episódio contracional D_n . Tendo sido este último Granitóide pouco estudado até o momento.

Adicionalmente, relata-se a abundância relativamente anômala de minerais do grupo do epidoto (epidoto, alanita e zoisita/clinozoisita), principalmente nos Granitos do Tipo Timbaúba (Unidade IV), sendo que existe uma relação usual entre estes minerais dada pela ocorrência de epidoto com núcleo de alanita e zoisita/clinozoisita.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo auxílio financeiro para os trabalhos de campo e de laboratório, através do Projeto Universal Edital MCT/CNPq 14/2008 (Processo número: 481.023/2008-9), coordenado pela Dra. Adriana Baggio Garlipp.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B. 1976. The upper Precambrian of South America. Boletim IG/USP, 7: 45-80.
- Alves de Souza. 2011. Mapeamento Geológico e Diagnóstico das Concentrações de Elementos Maiores e Tracos em Sedimento de Fundo do Rio Capibaribe Mirim na Região entre as Cidades de Timbaúba e Macaparana (PE) Relatório de Graduação do Curso de Geologia - UFPE. 179p.
- Barbosa, A.G. 1990. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: carta geológica, carta metalogénico/previsional. Escala 1:100.000. (Folha SB.25-Y-C-V. - Limoeiro), Estado de Pernambuco:

- CPRM/DNPM. 100p. il. 2 mapas (in bolso).
- Brito Neves, B. B. 1975. Regionalização Geotectônica do Pré-Cambriano Nordestino. Tese de Doutorado – IGc-USP. 198 p.
- Brito Neves, B. B., Van Schmus, W. R., Santos, E. J. ; Campos Neto, M. C., Kozuch, M. O. 1995. Evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. *Revista Brasileira de Geociências*, 25: 279-296.
- Brito Neves, B. B. de; Santos, E. J. dos; Van Schmus, W. R. 2000. Tectonic history of the Borborema Province. In: Cordani, U. G.; Milani, E. J.; Thomaz Filho, A.; Campos, D. A. 2000. Tectonic evolution of South America. In: *31st International Geological Congress* p.151-182.
- Chateaubriand, J.F.R. 1978. Contribuição à geologia do município de Timbaúba - PE e áreas adjacentes (Area "C"). Relatório de Graduação do Curso de Geologia, UFPE. 34p.
- Gomes, H.A. & Santos, E.J. 2001. Geologia e recursos minerais do Estado de Pernambuco. CPRM (Serviço Geológico do Brasil), 101p. il. 2 mapas Esc. 1:500.000.
- Guimarães, I.P. & Almeida, C.N. 2001. The calc-alkaline Brasiliano granitoids in the Pajeú-Paraíba belt, northeast Brazil: The Timbaúba complex. In: XIX Simpósio de Geologia do Nordeste, Natal. Boletim 17 p. 232-233.
- Guimaraes, I.P., da Silva Filho, A.F., Almeida, C.N., Van Schmus, W.R., Araujo, J.M.M, Melo, S.C., Melo, E.B. 2004. Brasiliano (Pan-African) granitic magmatism in the Pajeú-Paraíba belt, northeast Brazil: an isotopic and geochronological approach. *Precambrian Res.*, 135: 23-53.
- Kretz, R. 1983. Symbols for rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 68: 277-279.
- Neves, S. P., Bruguier, O., Vauchez, A., Bosch, D., Silva, J. M. R. e Mariano, G. 2006. Timing of crust formation, deposition of supracrustal sequences, and Transamazonian and Brasiliano metamorphism in the East Pernambuco belt (Borborema Province, NE Brazil): implications for western Gondwana assembly. *Precambrian Res.*, 149:197-216.
- Santos, E.J., Ferreira, C.A., Silva JR., J.M. 2002. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba. CPRM (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). 142p. il. 02 mapas, Es. 1:500.000.
- Siivola, J., Schmid, R. 2007. List of Mineral Abbreviations. Recommendations by the IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks. SCMR.
- Santos, E.J., Medeiros, V.C. 1995. Constraints from granitic plutonism on proterozoic crustal growth of the Transverse Zone, Borborema Province, NE Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, 29:73-84.
- Van Schmus, W. R.; Brito Neves, B. B. de; Hackspacher, P.; Babinski, M. 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the Eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions. *Jour. South Am. Earth Sci.*, 8: 267-288,
- Yardley, B. W. D. 1989. An introduction to metamorphic petrology, New York, 248p.