

OS GRANITOS EDIACARANOS NO CONTEXTO DOS TERRENOS JAGUARIBEANO E RIO PIRANHAS-SERIDÓ NO OESTE DO RN, PROVÍNCIA BORBOREMA.

Jaziel Martins Sá¹,
Antonio Carlos Galindo^{1,2},
Jean Michel Legrand¹,
Laécio Cunha de Souza¹,
Heitor Neves Maia¹

doi:10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v24n1p3-22

1. Departamento de Geologia-UFRN, jaziel@ccet.ufrn.br, legrand@geologia.ufrn.br, laecio@geologia.ufrn.br, galindo@geologia.ufrn.br, heitor@geologia.ufrn.br.

2. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica-UFRN, Departamento de Geologia-CCET-UFRN, Campus Central, 59078-970 NATAL-RN.

RESUMO

Volumoso magmatismo plutônico neoproterozoico está bem registrado a leste e a oeste da Zona de Cisalhamento (tipo e cinemática) Portalegre, predominantemente transcorrente e destal, que ocorre no oeste do Rio Grande do Norte. Foram identificados vários tipos litológicos com assinaturas geoquímicas distintas, desde cálcio-alcálinas de alto potássio a alcálinas tipo-A. As relações temporais/estratigráficas entre estas unidades bem como suas relações com o funcionamento das zonas de cisalhamento transcorrentes da região foram estabelecidas, gerando uma cronologia para estes plutons. Estruturalmente estes corpos apresentam desde uma foliação bem desenvolvida, em geral associada às zonas de cisalhamento, até texturas isotrópicas. Estruturas primárias tais como zoneamento magmático de feldspatos, estruturas de fluxo e entelhamento de cristais foram identificadas. Análises U-Pb em zircões e Sm-Nd em rochas total foram realizadas em rochas básicas e ácidas dos batólitos Quixaba, Pereiro (tipo Itaporanga) e Umarizal, e em um dique de diorito (vaugnerito) contendo biotitas centimétricas e ortopiroxênio + clinopiroxênio, intrusivo nos granitos Pereiro e em rochas da Suíte São João do Sabugi. Foram obtidas idades de 618 ± 9 Ma a 570 ± 5 Ma, identificando um plutonismo ativo desde condições sintectônicas a pós-tectônicas à Zona de Cisalhamento Portalegre. Análises isotópicas Sm-Nd apontam protólitos neoarqueanos (2,5-2,6 Ga) para o granito Pereiro, a estaterianas (1,8 Ga) para o granito Quixaba, todas com assinaturas de fonte crustal ou forte contaminação crustal devido aos valores de ϵ_{Nd} negativos.

Palavras chave: Datações U-Pb; Plutonismo neoproterozoico; Província Borborema.

ABSTRACT

Voluminous Neoproterozoic plutonic magmatism is well registered in both sides of the transcurrent Portalegre Shear Zone, in western Rio Grande do Norte state. Several lithologic types were identified presenting distinct geochemical signatures from high-K calc-alkaline to alkaline A-type affinities. We could establish their temporal/stratigraphic relationships through field data, as well as their timing relationships concerning the transcurrent shear zones in the region. As structural marker, these bodies display from a well-developed foliation generally associated with these shear zones, to isotropic textures with no tectonic foliation, which characterizes

late to post-tectonic intrusions. Igneous textures such as primary magmatic zoning on feldspars, flow structures and cumulate crystals could have been preserved. U-Pb isotopic analyses on zircons and Sm-Nd whole-rock were performed in basic and acidic rocks of the Quixaba, Pereiro (Itaporanga type) and Umarizal batholiths, and in a diorite (vaugnerite) dike which contains centimetric layers of biotites and orthopyroxenes + clinopyroxenes. This diorite dike is intrusive in the Pereiro granite and in the basic rocks of São João do Sabugi Suite. Ages of 618 ± 9 Ma to 570 ± 5 Ma were obtained, which identify an active plutonic magmatism for 50 Ma, from sintectonic to post-tectonic conditions on Ediacaran Period. Sm-Nd isotopic analyses show protholiths from neoproterozoic (T_{DM} 2.5-2.6 Ga) ages on the Pereiro granite, to Statherian (1.8 Ga) Period for the Quixaba granite. All of them with negative ϵ_{Nd} values that reveal a crustal contamination or even a crustal source for all of these plutonic rocks.

Keywords: U-Pb dating, Neoproterozoic Plutonism, Borborema Province

INTRODUÇÃO

A caracterização e subdivisão da Província Borborema em subprovíncias ou domínios geotectônicos distintos remonta desde os trabalhos de Almeida et al. (1977, 1981), detalhado e identificado por inúmeros outros autores tais como Santos & Brito Neves (1984), Brito Neves et al. 1995, Van Schmus et al. 1995, Santos (1996, 1999), Santos e Medeiros (1999) e Medeiros et al. (2011). Ao norte da Zona de Cisalhamento Patos está situada a subprovíncia setentrional, na qual são caracterizados vários Terrenos ou Domínios Geológicos separados por extensas e expressivas zonas de cisalhamento transcorrentes destrais (cinemática) de direção NNE-SSW, a exemplo da Zona de Cisalhamento Portalegre (ZCPa), importante lineamento estrutural com centenas de quilômetros de comprimento, desenvolvida principalmente no final do Neoproterozoico, com reativações no Fanerozoico durante os processos de rifteamento e formação da Bacia Potiguar (Hackspacher & Oliveira 1984, Hackspacher & Legrand 1989, Nóbrega et al. 2005). Esta se encontra no oeste do estado do Rio Grande do Norte, sendo reconhecida como um importante marcador na divisão de Terrenos Geológicos, delimitando os terrenos Rio

Piranhas-Seridó, a leste, e Jaguaribeano, a oeste (Fig. 1). Este marcador é registrado tanto nas idades dos terrenos que as circundam, bem como por anomalias geofísicas, justapondo Terrenos geológicos com diferentes assinaturas geofísicas (Cavalcante et al. 1998, Cavalcante 1999, Campelo 1999, Oliveira 2008, Fuck et al. 2013). Os granitos estudados situam-se nas adjacências e a leste e oeste desta zona de cisalhamento, onde são apresentados suas relações de campo, aspectos texturais, estruturais e afinidades geoquímicas, com ênfase às análises isotópicas U-Pb e Sm-Nd em algumas unidades.

ARCABOUÇO GEOLÓGICO

Caracterização e relações temporais

Importante e volumoso magmatismo plutônico neoproterozoico está bem registrado por toda a Província Borborema, constituindo stocks, batólitos ou mesmo corpos menores isolados. Na região ocidental do estado do Rio Grande do Norte, este magmatismo é representado por diferentes suítes bem caracterizadas por Galindo (1993), Galindo et al. (1995), Magini & Hackspacher (2008), Souza et al. (2011) e Galindo et al. (2012). Este magmatismo foi gerado e cristalizado

durante o período ediacarano, sendo representado predominantemente pelas Suítes São João do Sabugi, Itaporanga, Quixaba, Dona Inês e Umarizal, as quais estão representadas no esboço geológico da Figura 2. Xenólitos do embasamento riaciano pertencentes aos complexos Caicó e Jaguaretama são frequentes, bem como dos paragneisses

neoproterozoicos da Formação Jucurutu.

A relação temporal entre estas plutônicas neoproterozóicas nem sempre está clara e bem definida na região, configurando-se recorrências entre algumas unidades, evidenciando contemporaneidade de algumas destas diferentes suítes magmáticas

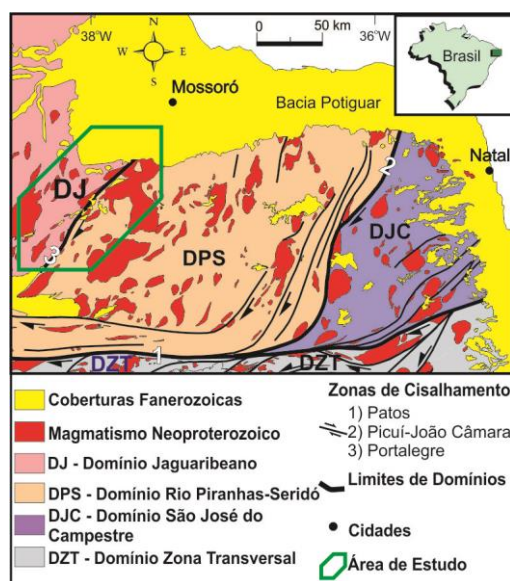


Figura 1 - Esboço do Domínio Setentrional da Província Borborema com destaque para a área de estudo.

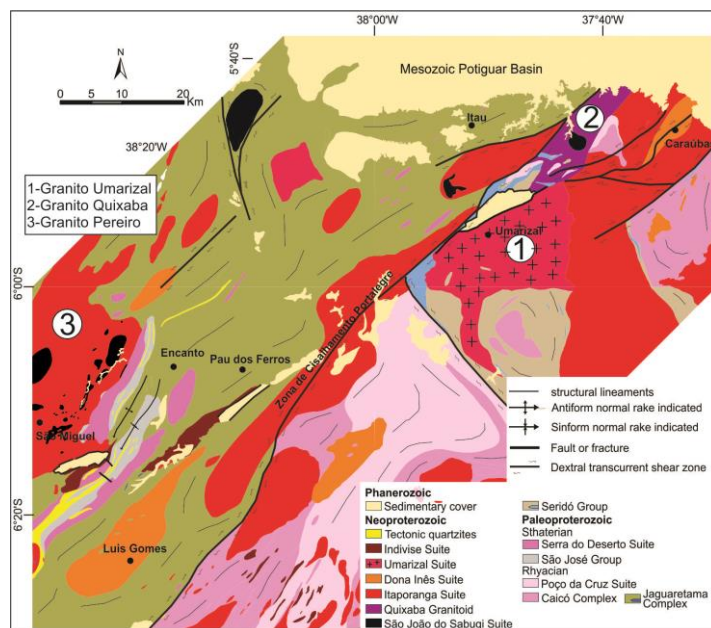


Figura 2 - Esboço geológico da região adjacente à Zona de Cisalhamento Portalegre com destaque para as unidades plutônicas neoproterozóicas.

A Suíte São João do Sabugi é representada por rochas intermediárias a máficas de composição predominantemente dioríticas, enquanto que as demais unidades são de composição granodiorítica a sienogranítica, com textura média a grossa, ou mesmo porfirítica, com cristais de microclina de até 10 cm de tamanho. Embora esta suíte de rochas máficas tenha sido caracterizada como uma das mais antigas unidades plutônicas ediacaranas, por se apresentarem como enclaves nos granitos tipo Itaporanga, muitas vezes são encontradas cortando estes mesmos granitos em outras localidades. Magini (2001) e Magini & Hackspacher (2008) denominaram as rochas máficas desta região como Suíte Dr. Severiano, identificando três tipos texturais/composicionais, sendo um equigranular fino, outro equigranular grosso e um terceiro tipo, mais grosso e exibindo frequentes estruturas de cumulos, porém não chegaram a definir suas relações temporais. Souza et al. (2011), em mapeamento na região, os caracterizam como diferentes corpos máficos, recorrentes no tempo. Legrand et al. (2013) descreveram um corpo de diorito grosso, com biotitas centimétricas, plagioclásio cálcico, ortopiroxênio e clinopiroxênio (Fig. 3). Estes autores consideram esta rocha como uma das últimas fases do plutonismo neoproterozoico, uma vez que intrudem como diques de até 2 km de comprimento por 200 metros de largura, no granito Pereiro e nos outros corpos dioríticos, serem isotrópicos estruturalmente e não exibirem indícios de deformação dúctil. Com estas considerações, as rochas máficas da Suíte São João do Sabugi compreendem várias unidades recorrentes no tempo, sendo posicionadas como vários pulsos magmáticos durante todo o processo de formação das rochas graníticas adiante descritas.

Os granitos porfiríticos e grossos classificados como Tipo Itaporanga, são
Jaziel Martins Sá et al.

região e compoem os datouitos de Pereiro, na região oeste da área estudada e os de Caraúbas, Tourão e Patu-Serra do Lima na região mais a leste. Predominam rochas de textura porfirítica grossa a muito grossa com fenocristais de K-feldspato de até 6 cm (Fig. 3). Também exibem textura do tipo *tuillage* e estruturas de fluxo. Localmente as dimensões e a quantidade desses fenocristais variam, apresentando com frequência zonação, geminação simples e ainda inclusões de minerais máficos (essencialmente biotita e anfibólio), que comumente se dispõem segundo as faces de crescimento/zonação dos cristais. Variam composicionalmente de granodioritos a sienogranitos, e subordinadamente de quartzo sienitos a quartzo monzonitos. Exibem em geral uma boa foliação de direção dominante NNE, até milonítica nas porções marginais, associada às zonas de cisalhamento que cortam ou limitam estes corpos granitóides. Nestas zonas, tal como na borda sul do corpo Caraúbas-Patu, encontram-se protomilonitos e milonitos derivados do granito, com fenocristais de K-feldspato estirados, fragmentados e rotacionados, por vezes com sombras de pressão.

O granitóide Quixaba ocorre como um único corpo alongado com orientação NNE, intrusivo nos ortognaisses do Complexo Caicó. O contato com as rochas da suíte intrusiva Itaporanga (Granitóide Caraúbas) é delineado pela Zona de Cisalhamento Portalegre, não sendo possível, através das observações de campo, estabelecer as suas relações cronológicas. Ambos são afetados por este cisalhamento. As rochas são predominantemente de composição granítica com textura grossa a muito grossa (Fig. 3) na parte central do corpo, com fenocristais

euédricos de K-feldspato muitas vezes zonados. Tal qual na Suíte Itaporanga, efeitos superpostos de cisalhamento são comuns nas bordas do Quixaba, imprimindo uma foliação milonítica, localmente emprestando aos granitos grossos ou porfiríticos estruturas similares à dos *augen* gnaisses.

A Suíte Dona Inês está representada principalmente pelo batólito Luís Gomes e pequenos corpos alongados. São representados por monzogranitos a sienogranitos, leucocráticos rosados a esbranquiçados, raramente mesocráticos, equigranulares fina a fina/média a microporfiríticos. São comumente isotrópicos, mostrando por vezes uma fraca foliação de fluxo. Próximos à borda do corpo ocorrem deformados, desenvolvendo boa foliação milonítica quando afetadas por zona de cisalhamento. Esta feição é característica na borda E do batólito de Luís Gomes. Ocorrem espacialmente associados aos granitos Itaporanga, em Pereiro (a oeste) e Caraúbas (a leste), com relações de campo que sugerem que os granitos da Suíte Dona Inês são intrusivos no granito Caraúbas (Itaporanga).

A Suíte Umarizal ocorre na porção centro-leste da área de estudo, numa extensão de mais de 300 km². Seus contatos a N e NW são em parte recobertos pelos sedimentos da Bacia mesozóica de Gangorra, a leste, com o Granitóide Tourão (Itaporanga), sendo parcialmente limitada por falhas, e a oeste pela Zona de Cisalhamento Portalegre. O relevo de sua área de ocorrência é muito arrasado e os afloramentos no geral são bastante

alterados. Em geral exhibe textura grossa, isotrópica, com grande densidade de cristais de feldspato potássico, usualmente de coloração cinza a esverdeada, ou ainda rosada, euédricos, com dimensão média da ordem de 1 a 2 cm, e sem orientação preferencial. Composicionalmente são rochas charnoquíticas, segundo a proposta do IUGS (Le Maitre 1989) e variam de quartzo-monzonito a quartzo-sienito, com monzo e sienogranitos subordinados. Em alguns afloramentos observa-se orientação de fenocristais de feldspato potássico sugerindo uma foliação magmática. Apesar de sua proximidade da zona de cisalhamento Portalegre, não há efeitos marcantes de deformação dúctil e/ou milonitização. Apenas se destacam efeitos de uma tectônica frágil com fraturas preenchidas por um fino material acinzentado e intensa neoformação de cristais de quartzo. Outra feição marcante neste granitóide, é uma grande profusão de xenólitos sem orientação, de dimensões, formas e natureza diversas, destacando-se aqueles da Formação Jucurutu, aflorante na região. Também se encontram xenólitos similares aos ortognaisses do embasamento e rochas dioríticas. Esse tipo de estrutura, sugestivo de uma feição de topo de intrusão granítica, foi interpretado como brechas magmáticas. Além disso, a forma angulosa dos xenólitos e a ausência de orientação dos mesmos demonstram a existência de alto contraste de viscosidade entre o granito e as suas encaixantes (Galindo et al. 1995) (Fig. 3).



Figura 3 - (a) Aspecto da textura grossa com pórfiros de K-feldspatos e enclaves de rochas dioríticas do granito Quixaba; (b) textura grossa do granito Pereiro com “clots” de anfibólios; (c) detalhe do granito Umarizal exibindo brecha magmática com xenólitos facetados de gnaisses e dioritos; (d) textura isotrópica grossa dos diques de vaugneritos com plagioclásios e palhetas centimétricas, alongadas e sem orientação das biotitas.

As relações estratigráficas entre todas estas suítes magmáticas na região, nem sempre estão bem definidas no campo, onde as relações de diques ou xenólitos recorrentes apontam para magmatismos contemporâneos, mesmo com afinidades geoquímicas distintas bem estabelecidas por Galindo (1993) e Galindo *et al.* (1995), ou seja, estas unidades identificadas não pertencem a magmas parentais. À exceção da Suíte Dona Inês, que é claramente intrusiva nos granitóides Itaporanga, este último parece ser contemporâneo com a Suíte Quixaba, pois ambos são afetados pela Zona de Cisalhamento Portalegre, desenvolvendo uma foliação milonítica nas suas bordas, mostrando serem ao menos contemporâneos (Itaporanga e Quixaba) ao desenvolvimento deste cisalhamento. Por sua vez, o Granito Umarizal e alguns diques de dioritos grossos com megacristais de biotita que ocorrem na região oeste da área de

estudo, apesar de estarem próximos a este cisalhamento, não exibem quaisquer feições dúcteis deste cisalhamento. Mostram apenas fraturas, sugerindo serem tardi- a pós-tectônicos a este cisalhamento, e consequentemente seriam as suítes magmáticas mais jovens desta região. Galindo (1993) e Galindo *et al.* (1995) já haviam feito estas colocações, as quais foram confirmadas e completadas pelos trabalhos mais recentes de Souza *et al.* (2011) e Legrand *et al.* (2013). No mapa geológico da Figura 2 são individualizadas as diversas unidades e as relações temporais entre os granitos (*l.s.*).

Petrografia e afinidades geoquímicas

A suíte de rochas básicas, essencialmente de composição diorítica a gabróica, com granulação média a grossa denominada São João do Sabugi,

ocorre sempre associada espacial e temporalmente com o granito tipo Itaporanga do batólito Pereiro. Plagioclásio, anfibólio e biotita são os minerais essenciais, à exceção dos diques supracitados e descritos por Legrand *et al.* (2013), que são compostos por biotitas centimétricas, além de plagioclásios, ortopiroxênio, clinopiroxênio e apatitas. As rochas predominantes, dioríticas a gabróicas, são descritas por Magini & Hackspacher (2008) apresentando afinidades geoquímicas com rochas alcalinas de alto potássio a shoshoníticas, “com características intraplacas associadas a arcos colisionais”, ou seja, assinaturas de arcos continentais ou pós-colisionais.

Os granitos da Suíte Itaporanga, bem representados na região pelos batólitos Pereiro e Caraúbas, são leucocráticos com os minerais máficos variando entre 5-25% modal. Quartzo, microclina e plagioclásio constituem a assembléia félsica dominante ($\geq 75\%$ modal), sendo biotita o máfico essencial nos granitóides a leste da Zona de Cisalhamento Portalegre (Caraúbas, Tourão, Serra do Lima) e hornblenda dominando no granitóide Pereiro (a oeste da ZCPA), com titanita, allanita, epídoto, opacos, zircão e apatita como acessórios. Estes granitos mostram afinidades geoquímicas com os granitos da série cálcio-alcalina de alto potássio (Galindo *et al.* 1995, Magini 2001). No contexto de ambientes tectônicos, utilizando-se discriminantes geoquímicos, observa-se que as rochas desta suíte são essencialmente orogênicas, mostrando afinidades geoquímicas mais próximas com rochas de associações sin-colisionais a pós-colisionais (Galindo *et al.* 1995). Isto é coerente com a íntima associação dos granitóides dessa suíte com a instalação das zonas de cisalhamentos transcorrentes da região, as quais afetam todos os corpos dessa suíte, localmente

desenvolvendo protomilonitos e milonitos, sugerindo uma colocação predominantemente sintectônica a estas zonas de cisalhamento.

O granitóide Quixaba é composto essencialmente por plagioclásio, microclina, quartzo, anfibólio e biotita, tendo algumas fácies subordinadas com clinopiroxênio e ortopiroxênio. Os dados geoquímicos da Suíte Quixaba analisados por Galindo (1993), mostram que as rochas dessa suíte são essencialmente metaluminosas e em geral mostram comportamento compatíveis com associações subalcalinas/cálcio-alcalinas potássicas a alcalinas, mostradas por rochas da série shoshonítica, podendo estar relacionadas a zonas de convergência de placas, onde estas assinaturas costumam ocorrer num estágio tardio ou posterior à colisão (Galindo *et al.* 1995). No caso deste granitóide Quixaba um ambiente de colisão continental/sintectônico seria coerente, considerando sua íntima associação com a instalação da zona de cisalhamento Portalegre.

Os granitóides leucocráticos equigranulares da Suíte Dona Inês (Batólito de Luis Gomes), possuem relações temporais que indicam serem posteriores aos granitóides Pereiro. Mostram afinidades geoquímicas com rochas da série cálcio-alcalina de alto potássio (Magini & Hackspacher 2008, Nascimento *et al.* 2008), semelhantes aos granitos do Tipo Itaporanga.

O granitóide da Suíte Umarizal é bastante diferente composicionalmente dos outros granitóides da região, sendo definidas como rochas charnoquíticas, segundo a proposta do IUGS (Le Maitre 1989) variam de quartzo-monzonito a quartzo-sienito, com monzo e sienogranitos subordinados. A assembléia félsica é composta por quartzo, plagioclásio e K-feldspato, sendo o conteúdo de máficos inferior a 20%. Anfibólio, biotita, clinopiroxênio, $\pm$ ortopiroxênio, $\pm$ olivina (faialita),

allanita, minerais opacos, zircão e apatita constituem a paragênese máfica. O clinopiroxênio é, ao lado do anfibólio, o máfico predominante nessas rochas. As características geoquímicas mostram que são rochas metaluminosas com afinidade com associações alcalinas características dos granitóides tipo-A. Em diagramas discriminantes geoquímicos mostram características transicionais entre ambientes intraplacas e colisionais o que distingue este granito das demais suítes. Considerando algumas características mais específicas tais como teores de SiO_2 e Y inferiores aos comumente encontrados em típicos granitos-A, e no fato do padrão de distribuição de terras raras não exibir as acentuadas anomalias negativas de Európio e o enriquecimento em terras raras pesados, Galindo *et al.* (1995) sugerem que o contexto de granitos-A para esta suíte está mais definido pelos seus aspectos geoquímicos e mineralógicos do que pelos aspectos tectônicos. Os dados de campo apontam mais para uma colocação pós-tectônica/pós-colisional em relação às demais suítes de granitóides da área de estudo. Trata-se claramente de um granito com colocação tardi a pós-tectônica à Zona de Cisalhamento Portalegre.

DADOS ISOTÓPICOS U-Pb E Sm-Nd

Foram realizadas análises isotópicas U-Pb em zircões e Sm-Nd em rocha total. As amostras foram trituradas e moídas no Departamento de Geologia da UFRN e as análises executadas no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade de Brasília, seguindo os procedimentos descritos em Buhn *et al.* (2009) para as análises U-Pb e Gioia & Pimentel (2000) para as análises Sm-Nd. Para o cálculo das idades usou-se o Programa ISOPLOT versão 3.0, conforme Ludwig (2003). As análises em zircões foram obtidas

através de MC-ICP-MS com microsonda a laser acoplada (*laser ablation*). Observações texturais dos zircões foram realizadas diretamente na lupa, bem como no microscópio eletrônico da Universidade Federal do Rio Grande do Norte ou do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília.

U-Pb da Suíte Quixaba

Do corpo alongado do granitóide Quixaba, foi coletada uma amostra com textura grossa, composição monzogranítica e foliação proeminente, sendo composta principalmente por plagioclásio, microclina, quartzo, hornblenda e biotita. Desta amostra foram analisados 39 zircões predominantemente prismáticos, porém fraturados, com bordas corroídas e muitos com estruturas complexas (Fig. 4a). Os pontos de análise em geral foram posicionados em locais límpidos, evitando-se texturas complexas. Os resultados analíticos (Tabela 1) forneceram duas concentrações de pontos no diagrama concórdia, a *ca.* 1,8 e 0,6 Ga (Fig. 5a). Como já reconhecido regionalmente suas relações temporais com outros corpos claramente neoproterozoicos, o intercepto superior foi considerado como análises em zircões herdados cristalizados no Estateriano, do qual existem várias unidades formadas neste período na região (Sá *et al.* 1995, Cavalcante 1999, Magini 2001, Sá *et al.* 2013a), principalmente a oeste da ZCPA. Analisando mais detalhadamente e utilizando-se unicamente os zircões próximos ao intercepto inferior, obteve-se uma idade de 618 ± 9 Ma considerado como idade de cristalização da rocha (Fig. 5b). De fato, mesmo com baixo erro e MSWD, observa-se que vários destes pontos estão com mais de 10% fora e acima da concórdia (pontos discordantes), porém salientamos que as

idades médias $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ (635 ± 29 Ma) ou mesmo $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ (623 ± 15 Ma) não são muito diferentes desta idade apresentada, atestando favoravelmente à credibilidade destas análises apresentadas.

U-Pb da Suíte Itaporanga (Batólito de Pereiro)

Como representante desta Suíte, foram coletadas amostras do Batólito de Pereiro, exatamente na localidade tipo deste corpo, na cidade de Pereiro, a oeste da zona de cisalhamento Portalegre. Trata-se de uma rocha fanerítica, inequigranular média a

grossa, com um alinhamento discreto dos cristais. Composto principalmente por microclina, plagioclásio, quartzo e hornblenda, tendo ainda subordinadamente biotitas, titanitas, minerais opacos e clinopiroxênios (hedenbergita). Os zircões analisados, cujos resultados estão expostos na Tabela 2, são prismáticos, muitas vezes bem alongados e bi-piramidais, com zonação de crescimento (Fig. 4b) e frequentes texturas sugestivas de bordas de recristalização. Tal qual o granito Quixaba, duas concentrações de zircões

Tabela 1 – Análises isotópicas U-Pb em Zircões do granito Quixaba

Zircão	f(206)%	Th/U	6/4 ratio	7/6 ratio	1s(%)	7/5 ratio	1s(%)	6/8 ratio	1s(%)	Rho	7/6 age	1s(%)	7/5 age	1s(%)	6/8 age	1s(%)	Conc (%)
Neoproterozóicos																	
029-Z23	0.02	0.33	86727	0.05794	1.7	0.8180	2.4	0.10239	1.7	0.71	528	36.3	607	10.9	628	10.2	119.1
040-Z32	0.47	0.37	3742	0.05794	2.2	0.8220	2.9	0.10289	2.0	0.88	527	47.2	609	13.5	631	12.1	119.7
033-Z25	0.19	0.21	9389	0.05843	2.4	0.8244	3.0	0.10233	1.7	0.56	546	53.5	611	13.6	628	10.0	115.0
006-Z04	0.95	0.44	1862	0.06032	2.1	0.8263	2.7	0.09935	1.6	0.82	615	46.4	612	12.3	611	9.4	99.3
014-Z10	0.08	0.25	23047	0.06169	0.6	0.8337	1.7	0.09801	1.5	0.93	663	13.0	616	7.7	603	8.9	90.9
037-Z29	0.15	0.30	12042	0.05839	1.2	0.8372	1.5	0.10399	0.9	0.60	544	25.7	618	6.9	638	5.6	117.1
034-Z26	0.02	0.33	76917	0.06010	0.8	0.8373	1.6	0.10105	1.5	0.88	607	16.3	618	7.6	621	8.7	102.2
025-Z19	0.03	0.21	57961	0.05885	1.0	0.8434	2.1	0.10394	1.9	0.87	561	22.3	621	9.9	637	11.3	113.5
009-Z07	0.46	0.39	3812	0.05868	0.8	0.8464	1.4	0.10461	1.2	0.81	555	18.0	623	6.7	641	7.2	115.5
013-Z09	0.03	0.29	68486	0.05910	1.0	0.8482	2.0	0.10410	1.7	0.87	571	20.8	624	9.2	638	10.5	111.9
030-Z24	0.08	0.30	20828	0.05932	2.7	0.8597	3.2	0.10511	1.6	0.75	579	59.3	630	14.9	644	9.9	111.3
008-Z06	0.07	0.35	23930	0.05995	0.9	0.8644	2.0	0.10457	1.7	0.87	602	20.5	633	9.3	641	10.6	106.5
036-Z28	0.70	0.26	2513	0.05948	0.7	0.8808	1.2	0.10740	0.9	0.90	585	16.0	641	5.6	658	5.7	112.5
Paleoproterozóicos (herança)																	
025 Z17	0.43	0.22	3700	0.11698	0.4	4.5489	2.1	0.28203	2.1	0.98	1911	7.1	1740	17.4	1602	29.1	83.8
024 Z16	0.46	0.15	1278	0.11540	0.4	4.6414	1.2	0.29171	1.1	0.94	1886	7.1	1757	9.7	1650	15.8	87.5
023 Z15	0.97	0.24	1627	0.11663	0.7	4.9343	2.1	0.30685	1.9	0.94	1905	12.5	1808	17.4	1725	29.4	90.6
015 Z10	0.12	0.38	12681	0.11517	1.6	5.4240	1.9	0.34157	1.1	0.52	1883	29.5	1889	16.7	1894	17.3	100.6
013 Z08	0.01	0.26	128264	0.11330	0.4	5.5849	0.8	0.35750	0.7	0.84	1853	7.4	1914	7.0	1970	12.0	106.3
028 Z20	0.02	0.32	118450	0.11335	0.4	5.6460	1.3	0.36127	1.2	0.95	1854	6.7	1923	10.8	1988	20.4	107.3
033 Z22	0.01	0.24	139739	0.11466	0.3	5.6903	0.9	0.35993	0.8	0.91	1875	6.2	1930	7.5	1982	13.6	105.7
009 Z07	0.02	0.22	87200	0.11247	0.4	5.7279	0.9	0.36935	0.8	0.88	1840	6.8	1936	7.4	2026	13.4	110.1
029 Z21	0.01	0.20	261449	0.11332	0.3	5.7790	0.9	0.36987	0.8	0.92	1853	6.1	1943	7.7	2029	14.4	109.5
007 Z05	0.01	0.21	247919	0.11305	0.4	5.7893	0.7	0.37141	0.6	0.80	1849	6.5	1945	5.8	2036	10.0	110.1
017 Z12	0.02	0.21	91877	0.11373	0.4	5.8079	0.8	0.37038	0.7	0.79	1860	8.1	1948	6.9	2031	11.5	109.2
018 Z13	0.01	0.23	169771	0.11225	0.5	5.8321	0.8	0.37681	0.6	0.74	1836	8.3	1951	6.6	2061	10.6	112.3
036 Z25	0.01	0.25	262189	0.11442	2.7	5.8350	2.8	0.36988	0.9	0.54	1871	48.5	1952	24.6	2029	16.0	108.5
034 Z23	0.01	0.19	134862	0.11490	0.3	5.8647	0.8	0.37019	0.7	0.89	1878	6.1	1956	6.9	2030	12.6	108.1
027 Z19	0.03	0.22	45367	0.11553	0.3	5.9892	2.4	0.37600	2.4	0.99	1888	5.9	1974	21.1	2058	42.3	109.0
016 Z11	0.01	0.18	169336	0.11168	0.7	5.9927	1.1	0.38916	0.8	0.84	1827	13.6	1975	9.3	2119	13.9	116.0
008 Z06	0.05	0.25	41564	0.11355	0.6	5.9973	2.1	0.38306	2.0	0.95	1857	11.4	1975	18.5	2091	36.3	112.6
019 Z14	0.01	0.16	107362	0.11147	0.4	6.0297	1.2	0.39233	1.1	0.94	1823	6.9	1980	10.2	2134	20.1	117.0

Tabela 2 - Análises isotópicas U-Pb em Zircões do granito Pereiro

Zircão	f(206)%	Th/U	6/4 ratio	7/6 ratio	1s(%)	7/5 ratio	1s(%)	6/8 ratio	1s(%)	Rho	7/6 age	1s(%)	7/5 age	1s(%)	6/8 age	1s(%)	Conc (%)
Neoproterozóicos																	
029-Z39	0,04	0,25	45695	0,05668	1,7	0,6318	3,7	0,08084	3,3	0,89	479	36,8	497	14,4	501	15,7	104,6
040-Z24	0,05	0,15	35575	0,05488	1,4	0,6383	2,8	0,08435	2,4	0,87	407	31,5	501	11,1	522	12,2	128,1
033-Z19	0,03	0,16	70707	0,05522	2,5	0,6646	3,7	0,08729	2,8	0,75	421	54,8	517	15,2	539	14,6	128,1
015-Z08	0,07	0,24	25699	0,05840	1,1	0,7185	1,8	0,08923	1,4	0,77	545	24,1	550	7,5	551	7,3	101,1
012-Z07	0,04	0,26	47073	0,05955	1,9	0,7358	2,2	0,08961	1,2	0,75	587	40,6	560	9,5	553	6,2	94,2
011-Z07	0,05	0,17	36120	0,05768	1,1	0,7718	1,7	0,09705	1,2	0,72	518	25,1	581	7,4	597	7,0	115,4
039-Z23	0,05	0,17	39125	0,06048	0,7	0,7770	1,1	0,09317	0,8	0,76	621	14,3	584	4,8	574	4,6	92,5
017-Z31	0,03	0,37	70991	0,05876	0,7	0,7839	1,2	0,09676	0,9	0,76	558	15,8	588	5,1	595	5,1	106,7
042-Z26	0,06	0,06	28976	0,06064	1,5	0,7991	1,6	0,09557	0,8	0,67	627	31,6	596	7,4	588	4,3	93,9
006-Z23	0,03	0,39	56909	0,06043	1,9	0,8013	2,1	0,09617	0,9	0,67	619	39,9	598	9,4	592	5,2	95,6
041-Z25	0,01	0,23	132204	0,05982	0,4	0,8176	0,7	0,09913	0,6	0,77	597	8,1	607	3,1	609	3,2	102,1
Paleoproterozóicos (herança)																	
018-Z32	0,04	0,48	40444	0,10938	2,0	4,6726	2,4	0,30983	1,3	0,77	1789	36,3	1762	19,9	1740	19,7	97,2
022-Z34	0,01	0,41	144157	0,10817	0,4	4,7141	1,2	0,31609	1,1	0,94	1769	7,4	1770	9,9	1771	17,2	100,1
016-Z30	0,01	0,46	240840	0,11019	0,5	4,8733	0,9	0,32076	0,8	0,86	1803	8,2	1798	7,8	1793	12,8	99,5
024-Z36	0,01	0,64	148980	0,10978	0,6	5,1739	1,1	0,34183	1,0	0,92	1796	10,8	1848	9,8	1895	16,2	105,6
009-Z19	0,03	0,36	58949	0,09791	0,9	2,8449	2,8	0,21074	2,6	0,94	1585	17,5	1367	20,5	1233	29,0	77,8
003-Z26	0,02	0,48	79376	0,10760	0,7	3,6017	2,3	0,24276	2,1	0,95	1759	13,2	1550	17,8	1401	26,9	79,6
011-Z14	0,16	0,46	10169	0,10197	2,2	3,8118	3,8	0,27111	3,0	0,81	1660	40,0	1595	29,8	1546	41,9	93,1
047-Z29	0,03	0,39	67159	0,09621	0,6	2,4780	1,3	0,18680	1,1	0,85	1552	12,0	1266	9,1	1104	11,1	71,1
004-Z02	0,02	0,36	97733	0,09728	0,8	2,8047	2,3	0,20910	2,1	0,93	1573	15,8	1357	17,2	1224	23,8	77,8
006-Z04	0,09	0,38	18116	0,09531	1,9	2,9211	2,7	0,22227	1,9	0,77	1534	36,2	1387	20,3	1294	21,9	84,3
034-Z20	0,38	0,22	3733	0,10525	1,4	3,4653	3,2	0,23878	2,8	0,90	1719	25,6	1519	25,0	1380	35,4	80,3
022-Z13	0,04	0,34	41116	0,10237	0,7	3,7695	1,6	0,26706	1,4	0,89	1668	13,7	1586	13,0	1526	19,6	91,5
009-Z05	0,19	0,34	8367	0,10412	0,7	3,7820	1,4	0,26344	1,2	0,85	1699	13,3	1589	11,3	1507	16,3	88,7
029-Z18	0,04	0,44	41989	0,10761	0,7	4,0538	2,0	0,27321	1,9	0,94	1759	12,0	1645	16,2	1557	26,0	88,5
024-Z14	0,04	0,32	38897	0,10747	0,4	4,7233	1,3	0,31876	1,2	0,95	1757	6,9	1771	10,8	1784	19,1	101,5
016-Z09	0,03	0,27	76576	0,10894	0,4	4,7307	1,1	0,31495	1,1	0,93	1782	7,4	1773	9,5	1765	16,3	99,1
017-Z10	0,03	0,43	51300	0,10885	0,5	5,0150	1,0	0,33414	0,9	0,87	1780	8,9	1822	8,7	1858	14,7	104,4
010-Z06	0,07	0,41	27584	0,10680	0,9	5,0701	1,5	0,34429	1,2	0,79	1746	16,3	1831	12,5	1907	19,5	109,3

também foram encontradas, fornecendo interceptos na curva concórdia a 1,77 e 0,57 Ga (Fig. 6a), sendo as idades mais antigas, novamente atribuídas aos zircões herdados de rochas do Estateriano como contribuição de fonte. Interessante notar, que zircões herdados de idade similar, também foram obtidos por Magini (2001), em amostras deste mesmo batólito, nas proximidades da cidade de São Miguel.

Cálculos realizados com os zircões mais jovens mostraram pontos concordantes com idade calculada a 574 ± 34 Ma, considerada como idade de cristalização do granito Pereiro (Fig. 6b). Esta idade obtida na localidade-tipo deste corpo, embora com a margem de erro relativamente alta (>5%), mostra perfeita consonância com idades prévias obtidas por Magini (2001) no valor de 572 ± 3 Ma a oeste da ZCPA e por Trindade (1999) e Trindade *et al.* (1999) em titanitas dos granitóides Tourão (574 ± 10 Ma) e Caraúbas (579 ± 4 Ma) a leste da ZCPA, estes últimos

também considerados representantes da Suíte Itaporanga.

U-Pb da Suíte Umarizal

Existem algumas idades prévias a suíte charnoquítica de Umarizal, com valores Rb-Sr em rocha total obtidos por Galindo (1993) de 545 ± 7 Ma e U-Pb é de 593 ± 5 Ma obtidos por McReath *et al.* (2002) em zircões pelo método DI-TIMS. Devido a estas idades contrastantes supracitadas, foram separados zircões de uma amostra com textura grossa e homogênea com K-feldspatos idiomórficos de até 2 cm de tamanho, para melhor definir a época de cristalização deste corpo. Os zircões extraídos são prismáticos finos e muito alongados (alguns com até 0,5 mm, Fig. 4c) homogêneos, límpidos e sem bordas de sobrecrecimento, os quais forneceram resultados concordantes ou subconcordantes (Tabela 3) com uma idade concórdia de 601 ± 11 Ma (Fig. 7). Observa-se que existem vários pontos

com mais de 10% de discordância, porém, mesmo se não considerarmos estes pontos, não haverá mudanças significativas no resultado obtido. Esta idade muito se aproxima dos valores fornecidos por McReath et al. (op. cit)

pelo método de diluição isotópica confirmando estes valores e ratificando que, para zircões límpidos e sem estruturas complexas, este método (DI-TIMS) fornece dados muito precisos.

Tabela 3 – Análises isotópicas U-Pb em Zircões do granito Umarizal

Zircão	f(206)%	Th/U	6/4 ratio	7/6 ratio	1s(%)	7/5 ratio	1s(%)	6/8 ratio	1s(%)	Rho	7/6 age	1s(%)	7/5 age	1s(%)	6/8 age	1s(%)	Conc (%)
039 Z23	0,16	0,35	11194	0,05928	0,6	0,7204	1,0	0,08815	0,8	0,76	577	12,5	551	4,0	545	3,9	94,34
003 Z01	0,10	0,16	18739	0,06133	0,9	0,7271	1,3	0,08598	1,0	0,71	651	19,5	555	5,7	532	5,0	81,68
004 Z02	0,09	0,26	14217	0,06139	0,8	0,7351	1,2	0,08685	0,9	0,75	653	16,4	560	5,2	537	4,8	82,25
040 Z24	0,10	0,30	19025	0,06066	0,7	0,7380	1,0	0,08824	0,8	0,72	627	14,9	561	4,5	545	4,1	86,89
005 Z03	0,08	0,35	22537	0,06085	0,8	0,7398	1,0	0,08817	0,7	0,62	634	16,2	562	4,4	545	3,5	85,90
035 Z21	0,11	0,29	15748	0,06031	0,8	0,7451	1,4	0,08961	1,2	0,82	615	17,4	565	6,2	553	6,4	89,99
034 Z20	0,11	0,39	28306	0,06255	1,0	0,7498	1,3	0,08695	0,7	0,55	693	21,4	568	5,4	537	3,8	77,57
045 Z27	0,06	0,38	32361	0,06017	0,7	0,7523	1,1	0,09069	0,9	0,77	610	14,0	570	4,7	560	4,6	91,81
029 Z18	0,14	0,36	12453	0,06136	1,0	0,7542	1,2	0,08914	0,6	0,46	652	21,3	571	5,1	550	3,2	84,43
028 Z17	0,08	0,37	60607	0,06065	0,9	0,7559	1,4	0,09040	1,1	0,77	627	18,3	572	6,0	558	5,8	89,00
015 Z08	0,04	0,40	48978	0,06086	0,5	0,7563	0,9	0,09013	0,8	0,80	634	11,2	572	4,0	556	4,0	87,72
027 Z16	0,07	0,30	25583	0,06002	0,7	0,7590	1,6	0,09172	1,4	0,88	604	15,6	573	6,8	566	7,4	93,63
016 Z09	0,01	0,25	344637	0,05974	0,4	0,7598	1,2	0,09225	1,1	0,93	594	9,1	574	5,1	569	5,9	95,77
022 Z13	0,10	0,26	15810	0,06083	0,7	0,7640	1,1	0,09109	0,8	0,70	633	16,0	576	4,8	562	4,3	88,75
047 Z29	0,03	0,38	51905	0,06073	0,9	0,7642	1,1	0,09126	0,7	0,55	630	19,5	576	5,0	563	3,6	89,40
046 Z28	0,06	0,36	28314	0,06046	0,6	0,7649	1,1	0,09174	1,0	0,82	620	13,6	577	5,0	566	5,2	91,23
030 Z19	0,03	0,22	57386	0,05999	0,8	0,7685	1,0	0,09291	0,6	0,76	603	18,0	579	4,6	573	3,3	94,94
024 Z15	0,02	0,18	102720	0,06017	0,7	0,7713	1,3	0,09297	1,1	0,94	610	14,2	581	5,7	573	6,1	93,98
017 Z10	0,10	0,23	16963	0,05968	0,7	0,7833	1,7	0,09519	1,6	0,92	592	14,4	587	7,8	586	9,1	99,02
021 Z12	0,04	0,25	48631	0,06043	0,4	0,7842	1,0	0,09411	0,9	0,89	619	9,3	588	4,5	580	5,1	93,64
023 Z14	0,03	0,39	52476	0,06046	0,5	0,7893	0,9	0,09467	0,8	0,81	620	10,9	591	4,1	583	4,3	94,01
042 Z26	0,01	0,30	235203	0,05954	0,4	0,7959	0,8	0,09695	0,7	0,92	587	8,9	595	3,5	597	3,8	101,67
009 Z05	0,04	0,32	42813	0,06030	0,5	0,8047	1,5	0,09678	1,4	0,94	614	11,2	599	6,9	595	8,2	96,91
011 Z07	0,04	0,47	47191	0,05979	0,5	0,8061	0,9	0,09778	0,7	0,82	596	10,1	600	4,0	601	4,3	100,92
010 Z06	0,05	0,33	43673	0,06034	0,7	0,8186	1,5	0,09840	1,4	0,87	616	15,9	607	7,0	605	7,8	98,26

U-Pb em Dioritos de alto K (Vaugneritos)

Foram realizadas análises de zircões de um diorito grosso (Fig. 3d), composto por biotitas centimétricas, plagioclásio cálcico, ortopiroxênio e clinopiroxênio, intrusivos como diques nos granitos do batólito Pereiro e nos dioritos da Suíte São João do Sabugi. Estas rochas foram classificadas por

Legrand et al. (2013) como vaugneritos, e não devem pertencer à suíte de dioritos e gabros denominados de São João do Sabugi, tendo afinidades geoquímicas com as rochas alcalinas intra-placas, ou seja, de magmas tipo-A. Os resultados analíticos dos zircões analisados são mostrados na Tabela 4 e produzem uma excelente idade concórdia de 570 ± 5 Ma (Fig. 8), com zircões situados concordantes ou muito próximos à curva concórdia.

Tabela 4 – Análises isotópicas U-Pb em Zircões do Vaugnerito

Zircão	f(206)%	Th/U	6/4 ratio	7/6 ratio	1s(%)	7/5 ratio	1s(%)	6/8 ratio	1s(%)	Rho
005-Z02	0,06	0,41	31661	0,05980	1,3	0,7425	2,2	0,09006	1,8	0,81
021-Z13	0,04	0,64	40925	0,05986	0,7	0,7449	1,3	0,09025	1,0	0,79
016-Z09	0,07	0,64	24160	0,05966	0,7	0,7507	1,7	0,09125	1,5	0,92
041-Z26	0,02	0,71	102659	0,06012	1,7	0,7518	1,9	0,09070	0,8	0,62
017-Z10	0,04	0,71	50572	0,06036	0,8	0,7532	1,4	0,09051	1,1	0,80
004-Z01	0,02	0,82	102137	0,05905	0,7	0,7544	0,9	0,09266	0,7	0,66
040-Z25	0,03	0,67	63133	0,06011	1,3	0,7575	1,7	0,09140	1,1	0,65
020-Z12	0,02	0,73	75782	0,06008	0,7	0,7621	1,1	0,09200	0,8	0,70
010-Z05	0,05	0,71	32580	0,05928	0,9	0,7629	1,3	0,09333	0,9	0,70
026-Z16	0,03	0,71	64050	0,05973	1,1	0,7642	1,4	0,09279	1,0	0,65
046-Z29	0,01	0,74	127223	0,06120	0,8	0,7651	1,3	0,09067	1,0	0,77
027-Z17	0,03	0,78	67576	0,06094	0,7	0,7658	1,1	0,09114	0,9	0,76
039-Z24	0,04	0,57	44937	0,05936	0,8	0,7685	1,2	0,09390	0,9	0,73
022-Z14	0,03	0,82	62117	0,06042	0,7	0,7709	1,2	0,09255	1,0	0,81
009-Z04	0,06	0,73	28627	0,06159	1,0	0,7759	1,5	0,09136	1,1	0,73
038-Z23	0,02	0,76	97782	0,06147	1,1	0,7830	1,6	0,09239	1,2	0,72
035-Z22	0,03	0,85	59453	0,06094	1,7	0,7857	1,8	0,09350	0,7	0,57

Zircão	7/6 age	1s(Ma)	7/5 age	1s(Ma)	6/8 ag	1s(Ma)	onc (%)
005-Z02	596	27,2	564	9,5	556	9,5	93,2
021-Z13	599	16,2	565	5,5	557	5,4	93,1
016-Z09	591	14,3	569	7,3	563	8,3	95,2
041-Z26	608	37,6	569	8,3	560	4,2	92,1
017-Z10	616	17,8	570	6,2	559	6,1	90,6
004-Z01	569	14,3	571	4,0	571	3,6	####
040-Z25	608	27,6	573	7,5	564	6,1	92,8
020-Z12	606	16,0	575	4,8	567	4,3	93,6
010-Z05	578	19,2	576	5,6	575	5,0	99,6
026-Z16	594	23,2	576	6,4	572	5,3	96,3
046-Z29	646	17,3	577	5,7	560	5,4	86,6
027-Z17	637	15,2	577	5,0	562	4,8	88,2
039-Z24	580	17,1	579	5,2	579	4,9	99,7
022-Z14	618	15,2	580	5,5	571	5,6	92,3
009-Z04	660	21,3	583	6,6	564	5,9	85,4
038-Z23	656	23,0	587	7,1	570	6,4	86,9
035-Z22	637	35,5	589	8,0	576	4,0	90,4

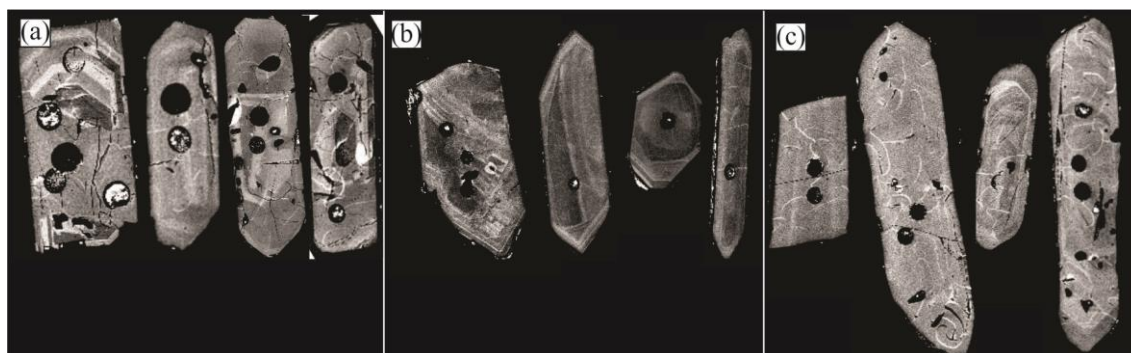


Figura 4 - Fotomicrografias exibindo (a) texturas de crescimento ou zonação complexas dos zircões do granito Quixaba; (b) feições dos zircões do granito Pereiro com alguns cristais prismáticos finos e muito alongados e outros com oscilações/zonações difusas; (c) destaques dos zircões prismáticos bem desenvolvidos, homogêneos e límpidos do granito Umarizal, bem mais longos que os dos granitos supracitados. Os zircões maiores exibidos têm 0,5 mm de comprimento.

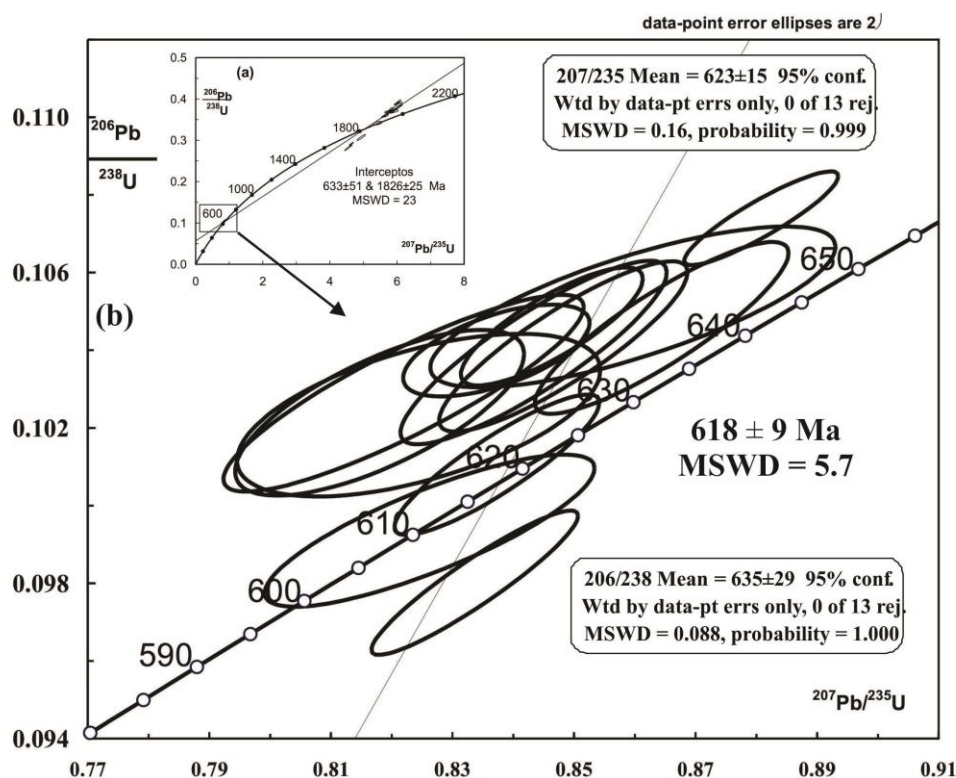


Figura 5 - (a) Diagrama concórdia obtido de zircões do granito Quixaba onde são observadas duas concentrações de zircões e (b) detalhe do diagrama concórdia realizado com os zircões neoproterozoicos com idade calculada de acordo com o Modelo 1 (Isoplot 3.0, Ludwig 2003). As janelas representam idades médias $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ e $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ calculadas.

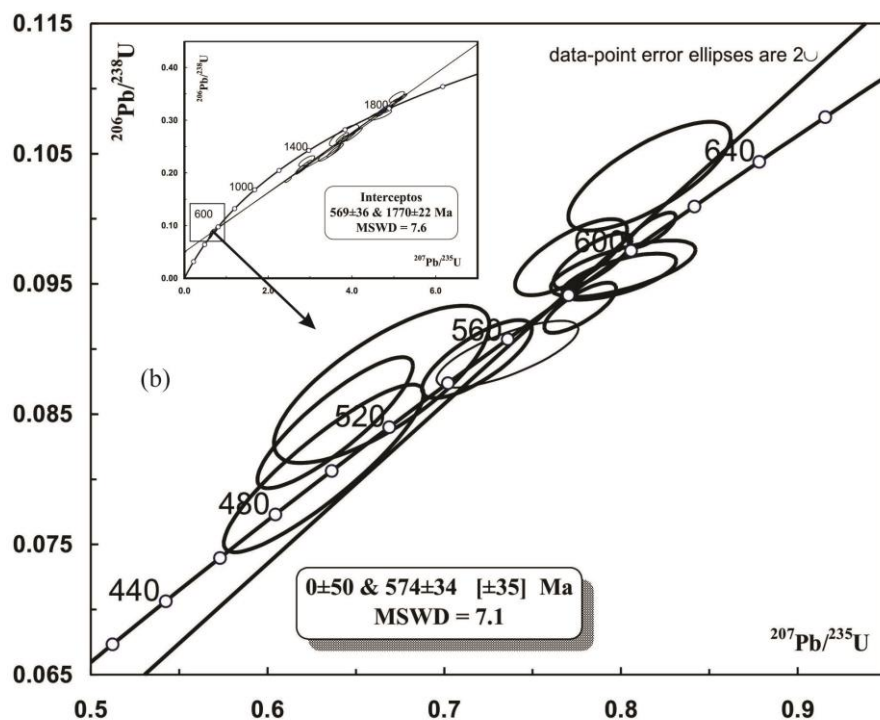


Figura 6 - (a) Diagrama concórdia obtido de zircões do granito Pereiro onde são observadas duas concentrações de zircões a ca. 1,77 e 0,57 Ga e (b) detalhe do diagrama concórdia realizado com os zircões neoproterozoicos.

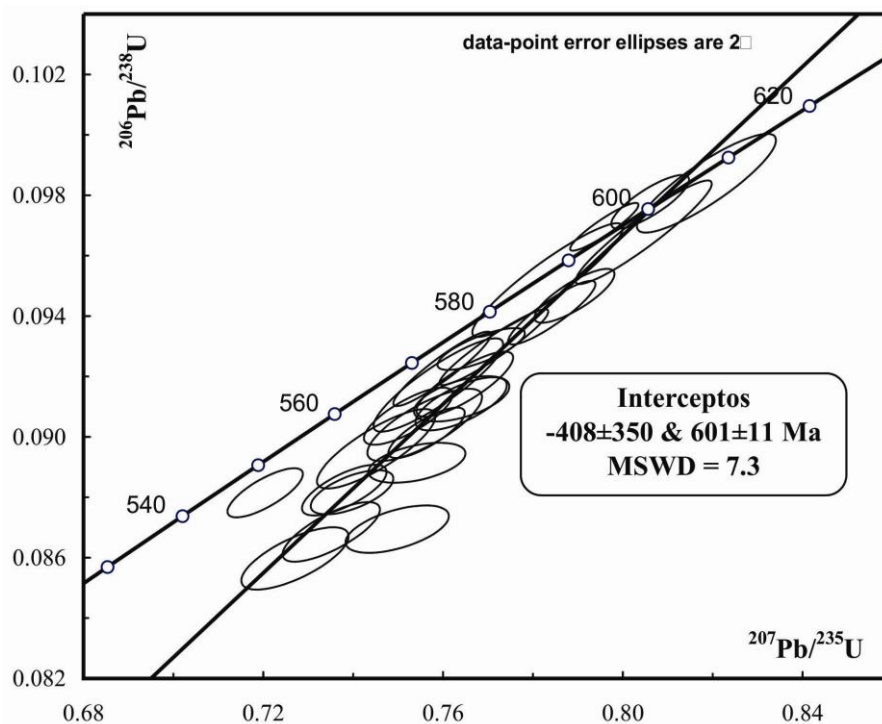


Figura 7 - Diagrama concórdia obtido de zircões do granito Umarizal.

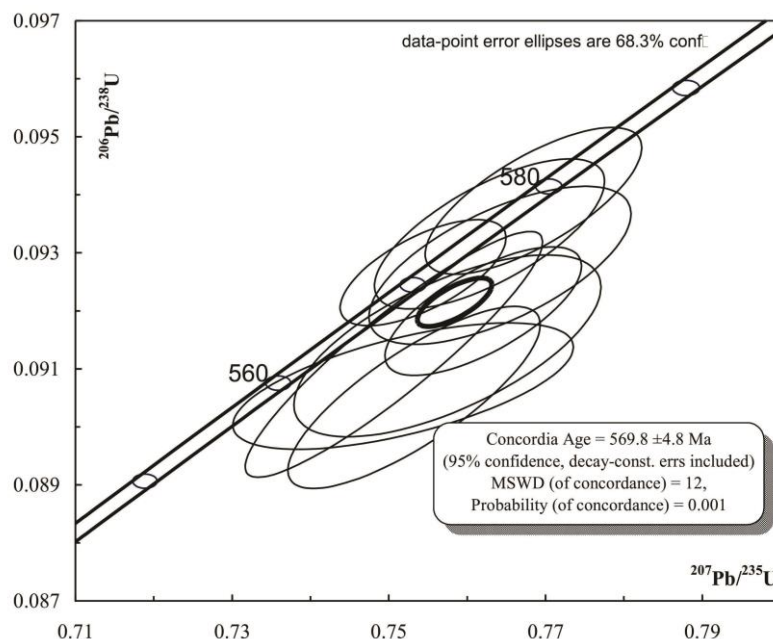


Figura 8 - Diagrama concórdia obtido de zircões dos diques de dioritos (vaugnerito) intrusos no granito Pereiro e nos dioritos da Suíte São João do Sabugi.

Análises Sm-Nd em rocha total

Foram realizadas análises isotópicas Sm-Nd em rocha total de todas as amostras ediacaranas analisadas pelo método U-Pb, adicionadas de outras amostras destas mesmas unidades e de dioritos da Suíte São João do Sabugi. Os resultados são apresentados na Tabela 5 e Fig. 9. Observa-se que estas análises forneceram valores ε_{Nd} calculados para suas épocas de cristalização (neoproterozóico superior, ca. 0,6 Ga) entre -13 e -17 para todas as unidades, indicando fonte crustal ou forte componente crustal, inclusive para os vaugneritos. Galindo (1993) e Galindo et al. (1995), a partir de análises químicas de algumas destas rochas já

tinham chamado atenção para a fonte crustal (ou forte contaminação crustal) destas rochas, inclusive dos dioritos da Suíte São João do Sabugi.

As idades modelo (T_{DM}) variam de neoarqueanas a estaterianas. As idades T_{DM} arqueanas foram registradas unicamente a oeste da ZCPA (Granito Pereiro), entretanto, rochas de idade arqueana não foram reconhecidas nesta área. Por outro lado, o granito Quixaba mostra forte contribuição de rochas de idade estateriana, seja pela sua idade modelo $T_{DM} = 1,81$ Ga (Tabela 5 e Fig. 9), ou pela quantidade de zircões herdados desta idade mostrados na Tabela 1 e curva concórdia Fig. 5. Um quadro com a evolução de Nd ao longo do tempo para estas rochas plutônicas ediacaranas é mostrado na Figura 9.

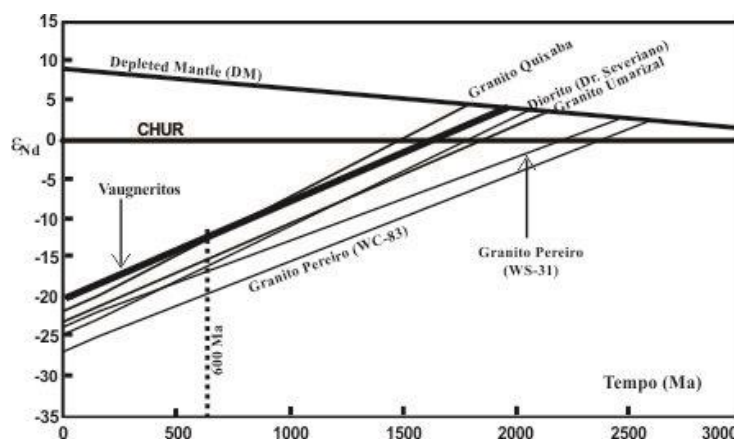


Figura 9 - Diagrama mostrando a evolução do Nd para rochas plutônicas neoproterozoicas do oeste do Rio Grande do Norte.

Tabela 5 – Análises isotópicas Sm-Nd nas rochas plutônicas ediacaranas

Unidade	Amostra	Sm(ppm)	Nd(ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	erro(2s)	$\epsilon_{\text{Nd}}(0)$	$\epsilon_{\text{Nd}}(t)$	$T_{\text{DM}}(\text{Ga})$	U-Pb(Ga)
Granito Umarizal	FA-04	21,1	123,5	0,1033	0,511470	9E-06	-22,8	-16,4	2,16	0,6
Granito Quixaba	FA-108	21,0	149,5	0,0849	0,511411	4E-06	-22,1	-13,8	1,81	0,6
Granito Pereiro (Pereiro)	WS-31	9,5	49,6	0,1154	0,511411	5E-06	-23,9	-17,2	2,52	0,6
Granito Pereiro (S.Miguel)	WC-83	4,0	22,1	0,1101	0,511256	1,9E-05	-27,0	-20,6	2,62	0,6
Diorito(Dr. Severiano)	CPM128	7,8	51,0	0,0925	0,511362	2E-06	-24,9	-17,2	2,10	0,6
Vaugnerito	JL-03	12,7	72,8	0,1058	0,511631	1,5E-05	-19,7	-13,0	1,94	0,6
Vaugnerito	JL-04	13,6	78,3	0,1053	0,511612	7E-06	-20,0	-13,4	1,96	0,6

$\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ - calculado a 0,6 Ga

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Diferentes suítes plutônicas neoproterozóicas foram caracterizadas e individualizadas na região, representadas por corpos muitas vezes contíguos espacialmente. As suas relações nos levaram a concluir que muitos destes corpos, embora de magmas distintos, sugerem relações de contemporaneidade ou recorrências. As rochas máficas, definidas como Suíte São João do Sabugi, ocorrem como enclaves ou intrusivos nos diversos tipos de granitos, indicando serem ora mais antigos, ora mais jovens, observações que nos indicam recorrência destes corpos máficos, ao longo do tempo. Há também evidências que existem diferentes unidades plutônicas máficas ainda não cartografadas na região. Os diques máficos com características peculiares e definidas como “vaugnerito”,

claramente representam uma das últimas unidades ígneas, por ocorrerem intrusivos no granito Pereiro e nas próprias rochas máficas da Suíte São João do Sabugi. Com estas observações, pode se concluir que existe na região sucessivas injeções de corpos máficos contemporâneas às diversas suítes de corpos graníticos.

As relações de campo indicam que o granito Umarizal representa o magma félsico mais jovem da região, por serem estes os únicos não afetados pelos cisalhamentos transcorrentes da ZCPA, sendo considerados tardi a postectônicos a este cisalhamento. Por sua vez, as relações entre os granitos Pereiro, Caraúbas e Quixaba são indicativas de contemporaneidade, embora mais antigos que a suíte Dona Inês. Pelos critérios de campo foi possível estabelecer uma estratigrafia destes corpos plutônicos neoproterozóicos na região.

Os dados U-Pb obtidos neste estudo mostram idades ediacaranas variando de 618 Ma a 570 Ma. O granito Quixaba, exibiu uma idade de 618 ± 9 Ma, enquanto que o granito Pereiro (Tipo Itaporanga) forneceu uma idade de 574 ± 34 Ma. Estes dados geocronológicos indicam uma diferença de cerca de 40 Ma para estes granitóides supostamente contemporâneos. Por sua vez, a idade de 601 ± 11 Ma para o granito Umarizal, considerado o plutonismo félsico mais jovem, não se mostrou congruente com a idade do granito Pereiro. Baseados no fato de que a idade concórdia de 570 ± 5 Ma para os diques de “vaugnerito” intrusivos no Pereiro, representa um valor similar ao granito Pereiro, claramente mais antigo, recomenda-se cautela para estes valores estabelecidos no Pereiro (Tipo Itaporanga). A idade de 601 ± 11 Ma do granito Umarizal, também claramente mais jovem que o Pereiro, reforça as restrições e cautela para esta idade estabelecida para o Pereiro aqui apresentada. Neste sentido, novas análises desta mesma fração de zircões estão sendo realizadas por M. H. Hollanda (SHRIMP-USP). As idades U-Pb do Quixaba (618 Ma) e do Umarizal (601 Ma) estão plenamente coerentes com as observações de campo, além dos resultados do Umarizal serem similares aos obtidos por McReath et al. (2002) por DI-TIMS.

Assinaturas isotópicas de Nd realizadas nestas unidades félsicas e ainda nas rochas dioríticas da Suíte São João do Sabugi, exibem idades modelo T_{DM} indicando protólitos que variam do paleoproterozoico ao neoarqueano (1,8 a 2,6 Ga), todas com ϵ_{Nd} negativos, sugerindo forte contaminação crustal, ou mesmo fontes crustais para estas unidades. A idade T_{DM} de 1,8 Ga obtida no granito Quixaba confirma a existência de protólitos desta idade no Domínio Rio Grande do Norte, até

então abundantes no Jaguaribeano e escassa a leste da ZCPA.

Estudos geoquímicos prévios (p. ex., Galindo et al. 1995, Magini & Hackspacher 2008) claramente caracterizaram que estas suítes félsicas (Pereiro/Caraúbas – Tipo Itaporanga, Quixaba e Umarizal) mostram assinaturas geoquímicas distintas, de cálcio-alcalinas de alto potássio para os Itaporanga, subalcalinas a cálcio-alcalinas potássicas para o Quixaba e alcalinas para o Umarizal, concluindo pertencerem a magmas de fontes distintas. Neste trabalho aqui apresentado ficou demonstrado que o magma cálcio-alcalino de alto potássio e o subalcalino/cálcio-alcalino potássico podem ser contemporâneos, enquanto o granito mais jovem, no caso o Umarizal, apresenta assinatura similar a granitos com afinidades alcalinas e características dos granitóides Tipo-A. Analisando as relações geoquímicas com as relações temporais aqui estabelecidas, pode-se dizer que os granitos mais antigos, os com assinaturas cálcio-alcalino potássicos (Quixaba) ou de alto potássio (Itaporanga) em geral ocorrem ou são gerados em ambientes orogênicos (ou de convergência), enquanto os tipo alcalinos ocorrem em ambientes tardi-orogênicos ou extensionais, como é o caso do Umarizal. Nesse contexto, temos uma evolução no tempo de granitos associados a zonas de convergência, gerados em condições orogênicas, para formação de granitos em ambientes extensionais.

Conclui-se portanto, que aconteceu na região um intenso plutonismo ediacarano desde ca. 620 Ma, com a geração e colocação de granitos e rochas máficas da denominada Suíte São João do Sabugi, continuando com a colocação dos granitos alcalinos da Suíte Umarizal a ca. 600 Ma, terminando com os diques de dioritos de alto potássio

(“vaugneritos”) a ca. 570 Ma. A geração destes plutonismos orogênicos deve ser atribuído aos efeitos do ciclo orogênico brasileiro, representando estas rochas “tipo-A” da Suíte Umarizal, as rochas tardi-tectônicas, inclusive registrando os efeitos finais em condições de tectônica rúptil da Zona de Cisalhamento Portalegre.

Estes estudos envolveram rochas plutônicas ediacaranas dos terrenos/domínio Jaguaribeano e Rio Grande do Norte, em ambos os lados da Zona de Cisalhamento Portalegre. Não foram observadas diferenças significativas, com os granitos Itaporanga e Dona Inês ocorrendo em ambos os lados e com feições geoquímicas, texturais e estruturais similares. Os dados isotópicos Sm-Nd também não evidenciaram diferenças. É fato que o granito Umarizal não ocorre a oeste da ZCPA e que as rochas máficas são muito mais abundantes a Oeste deste cisalhamento, todavia estes fatores não são indicativos de diferenças entre estes dois Terrenos no Ediacarano. Pode-se concluir que os Domínios Rio Grande do Norte e Jaguaribeano apresentam a mesma evolução durante o período Ediacarano, mostrando que neste período estes Terrenos deviam estar justapostos e submetidos aos efeitos do chamado Ciclo Brasileiro.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido graças ao suporte financeiro da CPRM-Serviço Geológico do Brasil, contrato CPRM 059/PR/2008-UFRN. Agradecemos ao geólogo Vladimir Cruz (CPRM) pelas discussões valiosas e proveitosas, bem como aos geólogos Elton Dantas e Lindaray Sousa da Costa, na consecução dos dados isotópicos. À FUNPEC- Fundação Norteriograndense de Pesquisa e Cultura pelo gerenciamento dos recursos financeiros.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B., Fuck, R.A. 1977. Províncias estruturais brasileiras. In: *VIII Simpósio de Geologia do Nordeste, Atas, 2007, Campina Grande, vol. 8:363-391.*
- Almeida, F.F.M., Brito Neves B.B. & Fuck R.A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, 17: 1-29.
- 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. *Revista Brasileira de Geociências*, 25, 279-296.
- Buhn, B.; Pimentel, M. M.; Matteini, M.; Dantas, E. 2009 High spatial resolution analysis of Pb and U isotopes for geochronology by laser ablation multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-MC-ICP-MS). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 81, p. 99-114.
- Campelo, R.C. 1999. *Análise de terrenos na porção setentrional da Província Borborema, NE do Brasil: integração de dados geológicos e gravimétricos.* Dissertação de Mestrado, UFRN- Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, 130p.
- Cavalcante, C. J.; Medeiros, W. E.; Castro, D. L.; Sá, J. M. 1998. A Faixa Jaguaribeana: integração geológico-gravimétrica.. In: *Sociedade Brasileira de Geologia, XL Congresso Brasileiro de Geologia, Atas, 1998. v. 1. pp: 13-13.*
- Cavalcante, J. C. 1999. *Limites e evolução geodinâmica do Sistema Jaguaribeano, Província Borborema, Nordeste do Brasil.* Dissertação de Mestrado, UFRN-

- Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, 183p.
- Fuck, R.A., Soares, J.E.O., Lima, M.V.A.G. 2013. Seismic characteristics of the Borborema Province lithosphere. In: *XXV Simpósio de Geologia do Nordeste, Atas*, pp: 495-496.
- Galindo A. C. 1993. *Petrologia dos granitóides brasileiros da região de Caraúbas - Umarizal, Oeste do Rio Grande do Norte*. Tese de Doutorado, Centro de Geociências-UFPA, 370p.
- Galindo A. C.; Dall'agnol, R.; McReath, I.; Lafon, J.M.; Teixeira, N. 1995. Evolution of Brasiliano-age granitoid types in a shear zone environment, Umarizal - Caraúbas region, Rio Grande do Norte, north-east Brazil. *Journal of. South American. Earth Sci.*, **8**: 79-95.
- Galindo, A.C., Maia, H.N., Souza, L.C., Srivastava, N.K., Fillippi, R.R., Oliveira, M.T.D., Araújo, A.G.S. 2012. Mapa geológico da Folha Apodi. Escala 1:100.000. CPRM-Serviço Geológico do Brasil.
- Gioia, S.M.C.L. & Pimentel, M.M. 2000. The Sm-Nd isotopic method in the Geochronology Laboratory of the University of Brasília. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72: 219-245.
- Hackspacher, P.C. & Legrand, J.M. 1989. Microstructural and metamorphic evolution of the Portalegre shear zone, northern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **19**(1):63-75.
- Hackspacher, P.C. & Oliveira, D.C. 1984. A evolução estrutural das zonas de cisalhamento Portalegre e Santa Mônica (RN). In: *Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro, 1984, Anais. Rio de Janeiro*, SBG. Volume 4, pp: 1679-1692.
- Legrand, J.M., Sá, J.M., Galindo, A.C., Dantas, H.L. 2013. Diques de vaugneritos no maciço ediacarano de Pereiro, oeste do Rio Grande do Norte, Província Borborema. In: *XXV Simpósio de Geologia do Nordeste, Atas, Gravatá*, 2013. pp:424-425.
- Le Maitre, R.W. 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Oxford, Blackwell, 193p.
- Ludwig, K.R., 2003. Isoplot 3.00: a Geochronological Toolkit for Microsoft Excel (Revised Version), vol. 4. Berkeley Geochronological Center, Spec. Publ., Berkeley, CA. 70pp.
- Magini, C. 2001. *Evolução Pré-Cambriana da Província Borborema: O Extremo Oeste Potiguar*. Tese de Doutorado. UNESP/Rio Claro, SP, 218p.
- Magini, C. & Hackspacher, C. 2008. Geoquímica e ambiência tectônica do arco magmático de Pereiro, região NE da Província Borborema. *Revista Brasileira de Geociências*, **38**(2): 336-355.
- McReath, I.; Galindo, A.C.; Dall'Agnol, R. 2002. The Umarizal igneous association, Borborema Province, NE Brazil: implications for the genesis of a-type granites. *Gondwana Research*, **5**(2): 339-353.
- Medeiros, V.C., Medeiros, W.E., Jardim de Sá, E.F. 2011. Utilização de imagens aerogamaespectrométricas, Landsat 7ETM+ e aeromagnéticas no estudo do arcabouço crustal da porção central do domínio da Zona Transversal, Província Borborema, NE do Brasil. *Revista Brasileira de Geofísica*, **29**(10): 83-97.
- Nascimento, M.A.L.; Medeiros, V.C.; Galindo, A.C. 2008. Magmatismo ediacarano a cambriano no domínio Rio Grande do Norte, Província Borborema, NE do Brasil. *Estudos Geológicos*, **18**(1): 4-25.
- Nóbrega, Mirnis A.; Sá, J. M.; Bezerra, F H R; Hadler Neto, Júlio C; Iunes, Pedro J.; Guedes, S.; Tello Saenz, C

- A; Hackspacher, P C; Lima Filho, F. P. 2005. The use of apatite fission track thermochronology to constrain fault movements and sedimentary basin evolution in northeastern Brazil. *Radiation Measurements*, Elsevier, v. 39, p. 627-633.
- Oliveira, R. G. 2008. *Arcabouço geofísico, isostasia e causa do magmatismo cenozoico da Província Borborema e de sua margem continental (Nordeste do Brasil)*. Tese de doutorado. Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, PPGG-UFRN, 411 p.
- Sá, J. M.; Leterrier, J., Bertrand, J. M. 1995. Petrology, Geochemistry and Geodynamic Setting of Paleoproterozoic Igneous Suites of the Orós fold Belt, Borborema Province, Northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 8(3): 299-314.
- Sá, J.M., Galindo, A.C., Legrand, J.M., Souza, L.C., Maia, A.C., Costa, L.S. 2013a Dados isotópicos U-Pb e Sm-Nd em granitos ediacaranos no oeste do Rio Grande do Norte. In: *XXV Simpósio de Geologia do Nordeste, Atas, Gravatá, 2013*. pp:521-522.
- Sá, J.M., Legrand, J.M., Souza, L.C., Galindo, A.C., Maia, A.C., Costa, L.S. 2013b Dados isotópicos U-Pb e Sm-Nd em ortognaisses riacianos e estaterianos no oeste do Rio Grande do Norte. In: *XXV Simpósio de Geologia do Nordeste, Atas, Gravatá, 2013*. pp:519-520.
- Santos, E. J. 1996. Ensaio preliminar sobre terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema. In: *Proceedings of the 39th Brazilian Geological Congress, 1996, Salvador, Volume 6: Sociedade Brasileira de Geologia*, pp. 47-50.
- Santos, E. J. 1999. Belém do São Francisco, folha SC.24-X-A: Estados de Pernambuco, Alagoas e Bahia, Brasília CPRM, 1999. 84p. (Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). 1 CD-ROM
- Santos, E.J. & Brito Neves, B.B. 1984. Província Borborema. In: *O Pré-Cambriano do Brasil (coord. By F.F.M. Almeida and Y. Hasui)*. Ed. Edgar Blucher Ltd., São Paulo, Brasil, pp. 123-186.
- Santos, E. J. & Medeiros, V. C. 1999. Constraints from granitic plutonism on Proterozoic crustal growth of the Transverse Zone, Borborema Province, NE Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 29:73-84.
- Souza, L.C., Sá, J.M., Legrand, J.M., Maia, H.N. 2011. Mapa geológico da Folha Pau dos Ferros. Escala 1:100.000. CPRM-Serviço Geológico do Brasil.
- Trindade, R.I.F. 1999. *Magnetismo de corpos graníticos e a evolução tectônica brasileira na porção ocidental da Faixa Seridó (NE do Brasil)*. Tese de Doutorado, IAG-USP. 184p.
- Trindade, R.I.; Dantas, E.L.; Babinski, M.; Schmus, W.R.V. 1999. Short-lived granitic magmatism along shear zone: evidence from U-Pb zircon and sphene age of Caraúbas and Tourão granite. In: *South American Symposium on Isotope Geology, 2, Argentina, 1999, Actas*, 143-144.
- Van Schmus, W. R., Brito Neves, B. B., Hackspacher, P. C. & Babinski, M. 1995. U-Pb and Sm-Nd geochronological studies of the Eastern Borborema Province, Northeastern Brazil, initial conclusions. *Journal of South American Earth Sciences*, 8: 267-288.