

Granito do Cabo de Santo Agostinho, PE *Único granito conhecido de idade cretácea do* *Brasil*

Marcos Antonio Leite do Nascimento¹
Zorano Sérgio de Souza²

¹ Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica (PPGG) / UFRN, PRH-22 / ANP, Caixa Postal 1639, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil, e-mail: marcos@geologia.ufrn.br *

* Atualmente na Terra & Mar Soluções em Geologia e Geofísica Ltda.
(www.terraemarsolucoes.com.br).

² Departamento de Geologia e PPGG / UFRN, PRH-22 / ANP, Caixa Postal 1502, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil,
e-mail: zorano@geologia.ufrn.br

© Nascimento, M.A.L.; Souza, Z.S. 2005. Granito do Cabo de Santo Agostinho, PE - Único granito conhecido de idade cretácea do Brasil. *In*: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T.; Campos, D.A.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet em 15/4/2005 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio111/sitio111.pdf>
[Atualmente <https://sigep.eco.br/sitio111/sitio111.pdf>]

[Ver versão final do **CAPÍTULO IMPRESSO** em: Winge, M. (Ed.) *et al.* 2009. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2009. v. 2. 515 p. il. color.]

Granito do Cabo de Santo Agostinho, PE

Único granito conhecido de idade cretácea do Brasil

SIGEP 111

Marcos Antonio Leite do Nascimento¹
Zorano Sérgio de Souza²

A região do Cabo de Santo Agostinho, litoral sul pernambucano, reúne num único local geologia, história e turismo. Nesta área, encontra-se o Granito do Cabo de Santo Agostinho (ou apenas Granito do Cabo), um corpo semicircular com 4 km² de área aflorante, representando o único granito conhecido de idade cretácea do Brasil (102 ± 1 Ma). Geologicamente, o Granito do Cabo apresenta uma fácies principal com textura média, equigranular, que engloba autólitos de microgranito. Petrograficamente, ele se classifica como álcali-feldspato granito, tendo ortoclásio, quartzo e plagioclásio sódico, além de anfibólio (riebeckita-arfvedsonita), magnetita, alanita, fluorita e zircão como acessórios. Na mesma época em que se dava a colocação do referido granito, ocorria nas áreas adjacentes um importante vulcanismo básico a ácido (basaltos a riolitos). Assim, há 102 Ma, a região era palco de intensa atividade magmática. As rochas do Granito do Cabo fazem parte de uma associação vulcano-plutônica alcalina, de composição ácida, gerada por fusão da crosta continental. Recentemente, historiadores demonstraram que há cerca de 400 anos, em 26/01/1500, o navegador espanhol Vicente Yañez Pinzón desembarcou na baía de Suape, cerca de três meses antes de Pedro Álvares Cabral chegar ao Brasil. No promontório granítico, foram edificados inúmeros monumentos associados a então Vila de Nazaré; restos desses monumentos foram transformados no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti, a saber: a Igreja Nossa Senhora de Nazaré, as ruínas do Forte Castelo do Mar, o Quartel Velho, o Convento Carmelita, o Cemitério da Vila de Nazaré e a Casa do Faroleiro. O turismo é uma das principais atividades da região para o que colabora a existência de belíssimas praias, com destaque para as de Gaibu, Calhetas, Paraíso e Suape.

Palavras-chave: Granito do Cabo; Província Mágmatca do Cabo; Bacia de Pernambuco, geologia, história; geoturismo.

Cabo Santo Agostinho Granite, State of Pernambuco - *The Only Known Cretaceous Granite in Brazil*

The Cabo de Santo Agostinho region, south coast of Pernambuco, has geological, historical and touristic aspects gathered in the same geographical area. There, it is found the Cabo de Santo Agostinho Granite (or just Cabo Granite), a semi-circular body with about 4 km², representing the only known Brazilian cretaceous granite (102 ± 1 Ma). The Cabo Granite presents one main facies with equigranular, medium-grained texture, hosting microgranite autoliths. Petrographically, they are alkali-feldspar granites, with orthoclase, quartz and sodic plagioclase, besides amphibole (riebeckite-arfvedsonite), magnetite, allanite, fluorite and zircon. At the same time the Cabo Granite emplacement occurred, an important basic to acidic (basaltic to rhyolitic) volcanism was happening in adjoining area. So, about 102 Ma ago the region was the locus of a relatively voluminous

volcano-plutonic magmatism. The rocks of the Cabo Granite comprise an acidic, alkaline, volcano-plutonic association, generated by partial melting of the continental crust. Recently, history researchers demonstrated that 400 year ago (26 January 1500), the Spanish navigator Vicente Yañez Pinzón landed on the Suape bay, about three months before the Pedro Álvares Cabral arrival in Brazil. On the granitic promontory, several buildings were constructed (as the Nazaré village), now transformed in the Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti Park. This one is formed by the Nossa Senhora de Nazaré Church and the ruins of the Castelo do Mar Fort, Old Quarter, Carmelita Convent, Vila de Nazaré Cemetery and the Lighthouse Keeper. The touristic activity is one of the most important in the region, mainly because of the marvellous beaches, as those of Gaibu, Calhetas, Paraíso and Suape.

Keywords: Cabo Granite; Cabo Magmatic Province; Pernambuco Basin, geology, history; geotourism.

INTRODUÇÃO

A região do Cabo de Santo Agostinho, litoral sul de Pernambuco, reúne geologia, história e turismo, constituindo-se, desta forma, em um Sítio Ígneo e/ou Geoturístico.

Geologicamente, representa a única região onde

afloram rochas graníticas de idade cretácea em todo o Brasil, com recentes datações ⁴⁰Ar-³⁹Ar indicando a colocação das mesmas em 102 ± 1 Ma. O referido granito faz parte das rochas ígneas da Província Mágmatca do Cabo, que se distribuem ao longo da bacia sedimentar de Pernambuco.

Além disso, historiadores mostram que em 26 de

janeiro de 1500, ou seja, três meses antes de Pedro Álvares Cabral chegar ao Brasil, a região havia recebido a visita do navegador Vicente Yañez Pinzón, o qual desembarcou na baía de Suape. Desta forma, a área de ocorrência do Granito do Cabo é, para alguns historiadores, o marco da chegada dos europeus ao Brasil.

Neste local, encontram-se, ainda, construções do século XV, com destaque para a Igreja de Nazaré e as ruínas do Convento Carmelita e do Forte Castelo do Mar, bem como as belíssimas praias de Gaibu, Calhetas, Paraíso e Suape.

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA

O Granito do Cabo de Santo Agostinho situa-se a, aproximadamente, 36 km a sul da cidade de Recife (PE) e cerca de 9 km a SE da cidade do Cabo de Santo Agostinho (Fig. 1), com o centro do corpo tendo coordenadas geográficas $8^{\circ}20'57''$ S e $34^{\circ}56'49''$ W. O acesso pode ser feito partindo-se de Recife através da BR-101 até a cidade do Cabo de Santo Agostinho; a partir daí, toma-se a rodovia estadual PE-60 até o encontro com a rodovia PE-28, esta última levando a região do granito. Ao redor do corpo, são mais comuns estradas carroçáveis e caminhos.

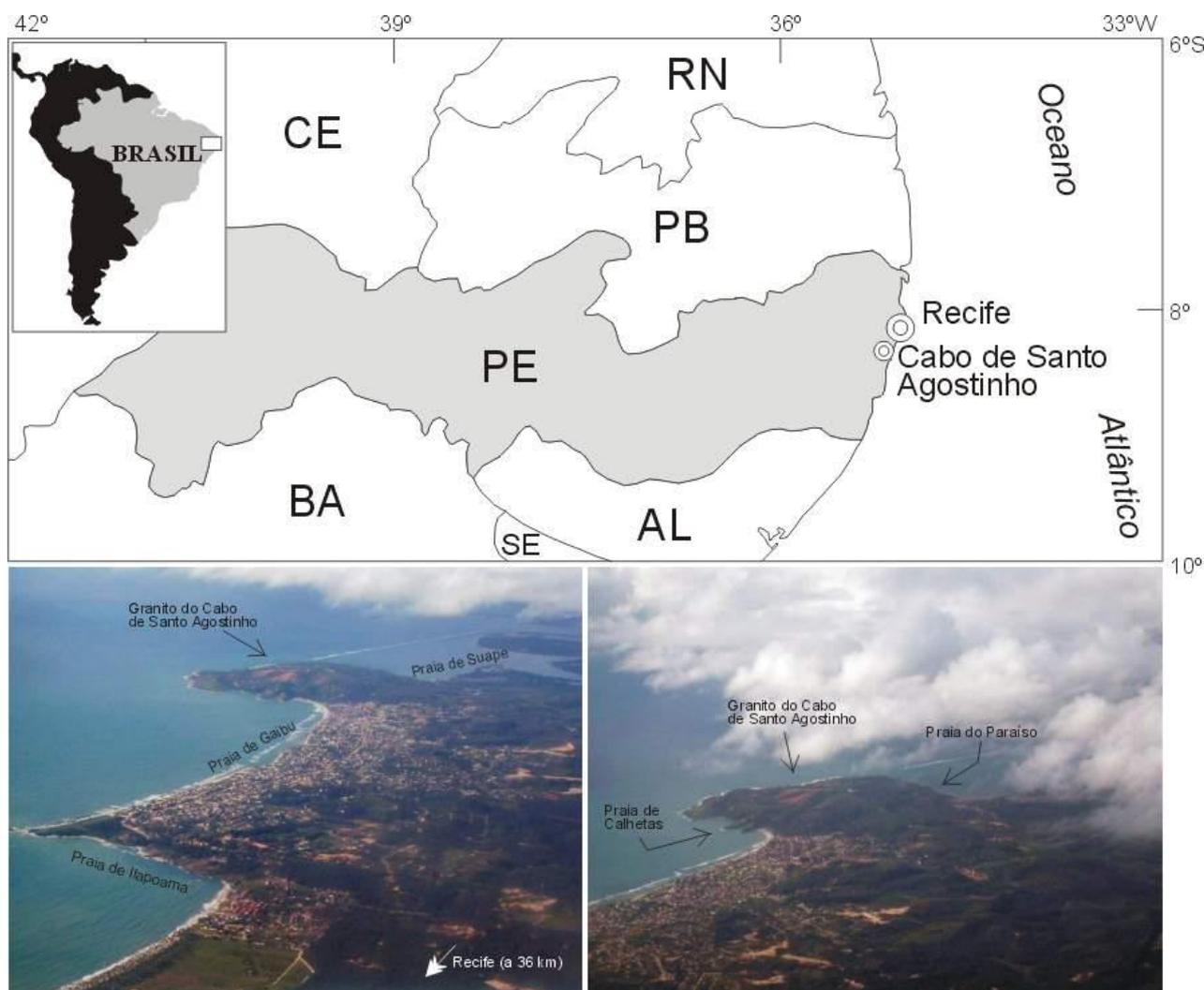


Figura 1 – Mapa de localização do Granito do Cabo de Santo Agostinho, com visão aérea do referido granito.

Figure 1 – Geographic location and aerial view of the Cabo de Santo Agostinho granite.

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Geologia

Há cerca de 102 milhões de anos, enquanto se dava a colocação do Granito do Cabo, ocorria nas áreas adjacentes um importante vulcanismo ácido-básico intrusivo (diques e *plugs* riolíticos), extrusivo

(riolitos, basaltos, traquitos) e mesmo explosivo (ignimbritos), formando a denominada Província Magmática do Cabo, ou seja, a região que compõe a Bacia de Pernambuco era palco de intensa atividade magmática, bem distinta da tranqüilidade observada hoje em dia.

Esta bacia inclui uma estreita faixa de rochas sedimentares e magmáticas no Nordeste do Brasil,

aflorante no litoral a sul de Recife (PE). Na porção emersa, uma unidade siliciclástica de idade Aptiana-Albiana, a Formação Cabo, materializa o estágio rifte de evolução da referida bacia. Unidades carbonáticas (Formação Estiva) e siliciclásticas (Formações Algodoads e Barreiras), cuja idade varia do Cretáceo superior ao Neógeno-Quaternário, definem o seu estágio drifte.

O arcaçoço estrutural da Bacia de Pernambuco foi definido principalmente no Eo-Cretáceo superior (Aptiano-Albiano), antes e durante o alojamento das rochas magmáticas (Lima Filho, 1998; Jardim de Sá *et al.*, 2003). Em escala regional, as principais estruturas são os *grabens* assimétricos do Cupe e de Piedade, separados pelo Alto de Santo Agostinho (Lima Filho, 1998). Essas estruturas envolvem os pacotes mais espessos da Formação Cabo, bem como o maior volume de rochas magmáticas.

De acordo com alguns autores (Sial 1976, Vandoros & Valarelli 1976, Sial *et al.* 1987), o Granito do Cabo estaria relacionado aos últimos estágios da separação continental entre América do Sul e África. Sial *et al.* (1987) ainda sugerem que o traço fóssil da Pluma de Ascensão intercepta o local onde hoje está o Granito do Cabo, podendo o mesmo também estar associado aos granitos anorogênicos da Nigéria (no lado africano). Trabalhos mais recentes (Chang *et al.* 1992, Lima Neto 1998) mostram que esse magmatismo pode refletir anomalias térmicas associadas com a quebra do continente Gondwana e, possivelmente, a migração da placa Sul-Americana sobre a pluma de Santa Helena. A presença desta pluma na região da Bacia de Pernambuco durante o cretáceo é corroborada por trabalhos de Wilson (1992), O'Connor & Le Roex (1992) e Golonka & Bocharova (2000).

Dentre as rochas da Província Magmática do Cabo destaca-se o Granito do Cabo, o qual forma um promontório com altura máxima de 60m na costa sul do Estado de Pernambuco, entre as vilas de Gaibu e Suape. A sua borda oeste é parcialmente coberta por rochas sedimentares das formações Algodoads e Barreiras, enquanto que as margens norte, leste e sul limitam-se com o Oceano Atlântico (Fig. 1).

O granito ocorre como um *stock* semicircular, com cerca de 4 km² de área aflorante (ver mapa geológico – Fig. 2). Utilizando dados geofísicos

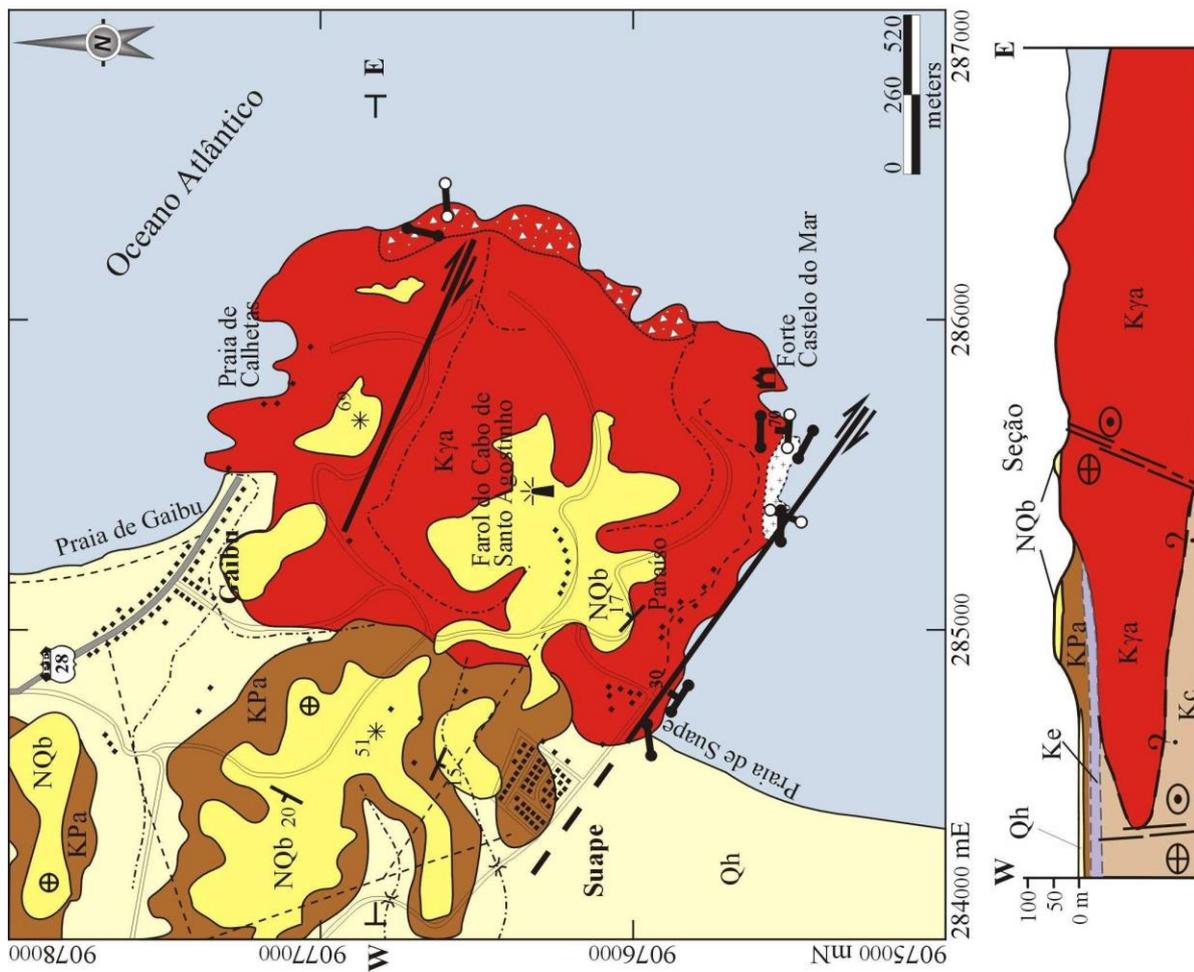
(Araújo, 1994), poços rasos (Amaral & Menor, 1979), dados estruturais e geológicos de superfície, Cruz (2002) interpretou o Granito do Cabo como tendo uma forma tabular e posicionamento intrusivo nas rochas siliciclásticas da Formação Cabo (ver seção na Fig. 2).

As rochas do Granito do Cabo podem ser individualizadas em duas fácies principais (Fig. 3a). A principal, dominante no corpo, apresenta textura média a grossa, com cor cinza esbranquiçada a rósea. A segunda é formada por autólitos de microgranitos, de textura fina, cor cinza, formas irregulares ou ocasionalmente elípticas, principalmente nas bordas nordeste e leste. No extremo leste, ocorre um extenso cordão de brechas magmáticas (Fig. 3b), contendo fragmentos caóticos e blocos de granito equigranular com textura mais fina do que a rocha hospedeira. Em ambas as fácies, ocorrem cavidades miarolíticas de dimensão milimétrica a decimétrica, contendo cristais euédricos de quartzo bipiramidal e turmalina preta. Essas cavidades são geradas pela desgaseificação de uma fase fluida sob baixa pressão litostática, com uma estimativa de cerca de 1 a 2 km de profundidade (Thorpe & Brown, 1999). Essas cavidades, juntamente com a presença abundante de textura granofírica, indicam que o Granito do Cabo cristalizou em alto nível crustal (Long *et al.* 1986, Nascimento *et al.*, 2002).

Na borda sul do Granito do Cabo, também se observam rochas de textura média, equigranulares, representadas por monzonitos, mostrando contatos abruptos com a fácies principal do corpo granítico (Fig. 3c). Em escala macroscópica, os monzonitos podem ser distinguidos através de sua cor escura e por ausência de quartzo.

Nas bordas sul e nordeste do Granito do Cabo ocorrem diques de pseudotaquilito, que cortam tanto o granito quanto o monzonito (Figs. 3d, f), marcando uma fase rúptil que afetou esses litotipos. Usualmente, os pseudotaquilitos são de cor preta e textura criptocristalina a vítrea, apresentando clastos angulares ou subarredondados do granito e do monzonito.

Riolitos tardios de textura média a grossa, porfírica, contendo fenocristais milimétricos de quartzo e sanidina, ocorrem como diques de direção leste-oeste (Fig. 3e), com mergulho subvertical (maior que 70°) ou baixo (15°-25°). Essa orientação sugere um eixo de distensão norte-sul na época de alojamento dos mesmos. Esses diques apresentam contatos intrusivos com o Granito do Cabo, com o monzonito, e com pseudotaquilitos (Fig. 3f).



UNIDADES GEOLÓGICAS

	Depósitos Holocênicos: cascalhos e areias
	Formação Barreiras: conglomerados, arenitos e siltitos
	Formação Algodoados: conglomerados, arenitos e siltitos
	Formação Estiva: calcários e margas
	Riolitos tardios
	Pseudotaquilitos
	Granito do Cabo: grama de textura fina a média
	Granito do Cabo: monzonito de textura média a grossa
	Formação Cabo: conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos

LEGENDA

	Falha transcorrente
	Rodovia não pavimentada
	Drenagem
	Cota topográfica indicada

Figura 2 – Mapa geológico detalhado do Granito do Cabo de Santo Agostinho, com seção esquemática oeste-leste (modificada de Cruz 2002).

Figure 2 – Geological map of the Cabo de Santo Agostinho granite and schematic W-E cross section (modified after Cruz 2002).

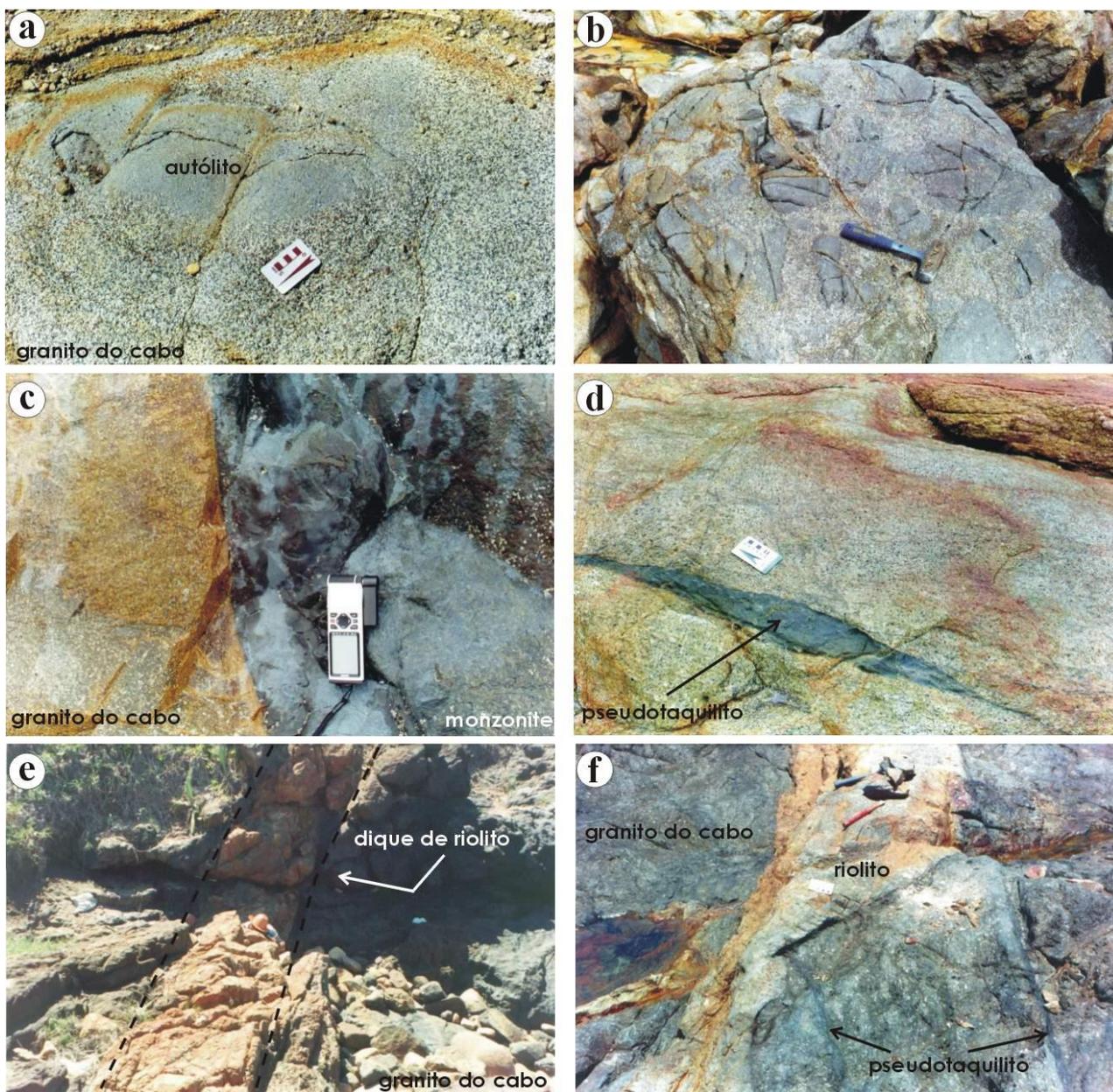


Figura 3 – Aspectos de campo do Granito do Cabo de Santo Agostinho e rochas associadas. (a) Granito porfirítico (com fenocristais de quartzo e sanidina), contendo autólito equigranular de microgranito na porção central da figura. (b) Brecha magmática, onde fragmentos e hospedeiro têm composições semelhantes. (c) Contato abrupto entre granito (tipo predominante na área) e monzonite. (d) Dique de pseudotaquilito cortando o Granito do Cabo. (e) Dique de riolito tardio, direcionado leste-oeste, cortando o Granito do Cabo. (f) Dique similar ao anterior, truncando o Granito do Cabo e o pseudotaquilito.

Figure 3 – Field aspects of the Cabo de Santo Agostinho granite and associated rocks. (a) Porphyritic (quartz and sanidine phenocrysts) granite hosting elliptical, equigranular, microgranite. (b) Magmatic breccia with the same components as in (a). (c) Abrupt contact between the monzonite and the granite. (d) Pseudotachylyte veins (black) crosscutting the Cabo de Santo Agostinho granite. (e) E-W directed younger rhyolite dyke crosscutting the Cabo de Santo Agostinho granite. (f) The same rhyolite dyke crosscutting both the Cabo de Santo Agostinho granite and pseudotachylyte.

Petrografia

A composição modal e as texturas das rochas do Granito do Cabo de Santo Agostinho são bastante homogêneas. Predominam rochas equigranulares, de textura média a grossa, hololeucocráticas, de composição álcali-feldspato granito (em virtude do caráter albítico do

plagioclásio) e coloração cinza esbranquiçada a rósea. A mineralogia essencial é representada por feldspatos (ortoclásio e plagioclásio) e quartzo, perfazendo mais de 90% do conjunto de minerais. O mineral máfico principal é o anfibólio (riebequita-arfvedsonita, Fig. 4a) que pode atingir até 4%. Também ocorrem como acessórios opacos, alanita, fluorita, zircão, biotita, epídoto e carbonato. Algumas amostras de borda do

corpo, mesmo sem marcas de intemperismo, mostram alteração marcante dos feldspatos para uma mica branca fina (sericita). Os autólitos de

microgranito, englobados pelo Granito do Cabo, apresentam textura fina e coloração cinza, com mineralogia similar a da fácies principal.

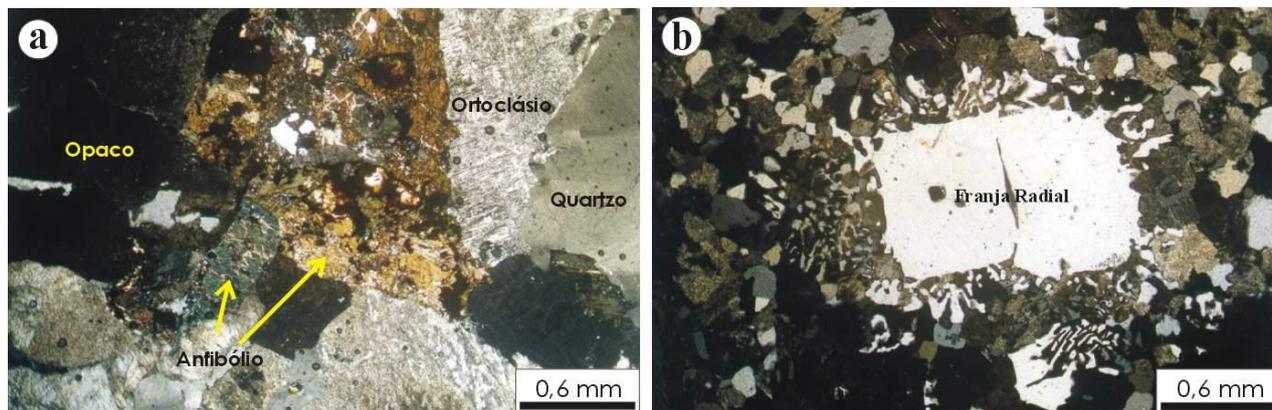


Figura 4 – Aspectos microscópicos do Granito do Cabo de Santo Agostinho. (a) Anfibólio do tipo riebeckita-arfvedsonita, imerso em uma matriz equigranular contendo quartzo, ortoclásio e opaco. (b) Textura granofírica na forma de franja radial.

Figure 4 – Microscopic aspects of the Cabo de Santo Agostinho granite. (a) Amphibole (riebeckite-arfvedsonite) within an equigranular matrix with quartz, orthoclase and ore. (b) Radial fringe-like granophyric texture.

Em seções delgadas, observam-se raros cristais de plagioclásio (An_{3-6}) com geminação polissintética, hábito tabular subédrico e dimensões de até 0,6 mm, sendo comumente circundado por uma orla de feldspato potássico. Este ocorre como ortoclásio, predominando grãos subédricos com até 0,5 mm de tamanho. Encontram-se freqüentemente sericitizados. Mostram evidências de reação com o magma, já que suas bordas são em parte corroídas ou arredondadas. Uma feição marcante é a textura granofírica, representada principalmente pelos tipos franja radial (Fig. 4b) e esferulítica. O quartzo apresenta-se em cristais anédricos ou subédricos (seções basais hexagonais, prismáticas ou biterminadas), de tamanho inferior a 0,6 mm, com extinção ondulante e forma globular típica de intrusões hipabissais.

Texturas de embaimento de quartzo são abundantes, evidenciando sua formação em profundidade e posterior reequilíbrio químico com o líquido magmático a pressões menores. Uma segunda geração de quartzo (Qz_2) tem hábito anédrico, intersticial, sendo observado ao longo da clivagem do K-feldspato ou em fraturas.

O anfibólio ocorre como cristais alongados e/ou aglomerados de pequenos cristais anédricos ou subédricos, sempre menores que 0,5 mm. Características óticas tais como forte pleocroísmo com cores variando de azul escuro (Z) a verde claro (X), baixo ângulo de extinção ($Z^{\wedge}c = 5-10^{\circ}$), ângulo ótico $2V_x = 80^{\circ}$ e alongação negativa permitem classificá-lo como riebeckita ou arfvedsonita. É considerado um mineral de cristalização tardia, possivelmente em estágio

subsolidus, em função de seu hábito intersticial ou esquelético. Muitas vezes, mostra transformação para carbonato, biotita e opacos (Op). Estes últimos ocorrem sob duas formas texturais. O Op_1 é predominantemente magnetita ocorrendo como pequenos cristais na matriz quartzo-feldspática. São grãos subédricos de hábito quadrático e tamanho inferior a 0,3 mm. Uma segunda geração de opacos (Op_2) mostra-se como cristais anédricos gerados a partir da transformação de anfibólio. A alanita ocorre como pequenos cristais anédricos com tamanho inferiores a 0,2 mm, dispersos na matriz quartzo-feldspática. O zircão representa o mineral de cristalização mais precoce, ocorrendo como inclusões nos demais minerais e com tamanho inferior a 0,2 mm. Fluorita, biotita e epidoto são encontradas raramente como grãos pequenos ($< 0,2$ mm), com os dois últimos representando produtos de transformação de anfibólio, onde preenchem fraturas ou se acomodam em seus planos cristalográficos e terminações. Turmalina e quartzo são encontrados nas cavidades miarolíticas, tendo usualmente hábito prismático euédrico.

Geoquímica e Petrogênese

Dados geoquímicos obtidos recentemente (Nascimento, 2003) para essas rochas mostram SiO_2 variando de 70,2 a 75,5%, com baixos teores de CaO (0,06-0,61%) e MgO (0,10-0,27%). O somatório de álcalis ($TAS = Na_2O + K_2O$) é da ordem de 9%, com razões $A/NK = 1,04-1,09$ e $A/CNK = 0,99-1,08$. O coríndon normativo é menor que 0,5. Em diversos diagramas geoquímicos, incluindo $Na_2O + K_2O$ vs.

SiO₂, R1-R2 e o índice de Wright (1969), todas as amostras confirmam a sua natureza alcalina (Fig. 5). Os padrões de ETR mostram fracionamento dos termos leves (LaN/YbN=4,7-58,4) e forte anomalia negativa de Eu (Eu/Eu*=0,06-0,15), sugerindo o controle pelo fracionamento de feldspatos. Diagramas discriminantes clássicos do tipo Rb *versus* Y+Nb e Nb *versus* Y, ou

multielementos normalizados com respeito a granitos de cadeia oceânica (ORG; Pearce *et al.*, 1984), onde há forte anomalia negativa de Ba e positiva de Ta-Nb, sugerem um ambiente intracontinental para as rochas em tela. Isto corrobora a interpretação de que naquela época (102 Ma), esta porção da placa sul-americana ainda se encontrava ligada à parte correspondente da placa africana (vide discussão no item geologia).

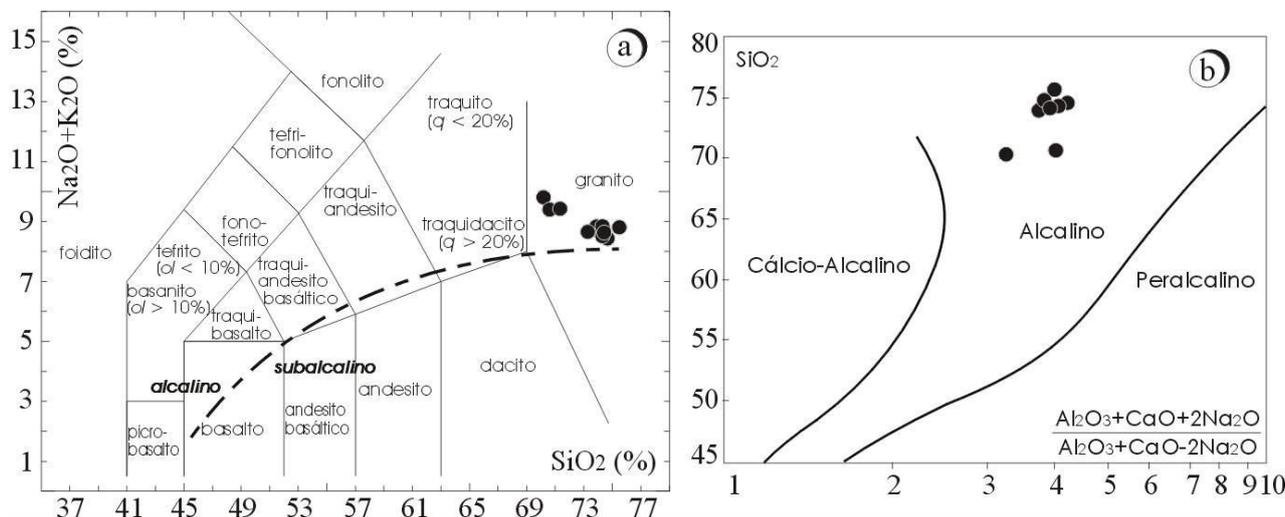


Figura 5 – Diagramas geoquímicos para as rochas do Granito do Cabo de Santo Agostinho. (a) Total de álcalis *versus* sílica (TAS, Le Maitre, 1989), com o limite entre séries subalcalina e alcalina segundo Myashiro (1978). (b) Diagrama de Wright (1969), definindo a natureza alcalina do Granito do Cabo de Santo Agostinho.

Figure 5 – Geochemical diagrams for the Cabo de Santo Agostinho pluton. (a) Total alkali-silica diagram after Le Maitre (1989) with the limit of the subalkaline and alkaline series according to Myashiro (1978). (b) Wright's (1969) diagram defining the alkaline nature of the Cabo de Santo Agostinho granite.

Razões entre elementos compatíveis e incompatíveis e modelamentos geoquímicos sugerem que a cristalização fracionada foi o mecanismo petrogenético predominante na geração das rochas do Granito do Cabo. A hipótese de cristalização fracionada foi testada por meio do balanço de massa de óxidos, utilizando-se o programa XLFRAC (Stormer Jr. & Nicholls, 1978). Dentre as amostras do Granito do Cabo, foram selecionadas a menos diferenciada, representando o líquido inicial (L₀ = MD-35B) e a mais evoluída, que seria o líquido mais diferenciado (L₁ = MD-08), ambas com composições em óxidos recalculadas a 100% em base anidra. Foram feitas combinações de diversos minerais como constituintes do cumulado e calculados os erros estatísticos e graus de diferenciação. Como resultado, um cumulado formado por K-feldspato (49,9%), plagioclásio (An₂₀; 37,5%), biotita (6,5%) e magnetita (6,1%), para uma taxa de cristalização de 23% e um erro estatístico (Σr^2) de 0,25. Simulações feitas com quartzo, hornblenda, clinopiroxênio e apatita, juntos, separados ou em combinações diversas, resultaram em erros muito elevados (> 20) ou taxas de cristalização negativa,

sem significado. Portanto, o resultado aqui obtido é o mais coerente com a composição petrográfica observada para as amostras do Granito do Cabo. O cumulado acima determinado foi testado com respeito aos elementos terras raras, aplicando-se a equação de cristalização fracionada segundo Rayleigh (1896). Como resultado, obteve-se um ajuste razoável entre os espectros do líquido mais evoluído (L₁ = MD-08) e aqueles calculados (L₁) para taxas de cristalização entre 15% e 30%. Todavia, o melhor ajuste foi encontrado com a adição de pequenas quantidades de alanita (0,5%), titanita (0,3%) e zircão (0,1%) ao cumulado. Este resultado também se mostrou coerente com os demais elementos traços.

Isótopos de Sr e Nd revelam altas razões iniciais de Sr (I_{Sr}>0,7084) e épsilon de Nd (t=102 Ma) negativo (-2,02 a -3,31), caracterizando fonte crustal, com idade mesoproterozóica (T_{DM} = 0,94-1,03 Ga). Modelamentos petrogenéticos utilizando Yb e La/Yb normalizados mostram que seria necessária uma taxa de fusão da crosta continental da ordem de 18% para geração dessas rochas, cuja fonte teria até 2% de granada, além de 7% de anfibólio e 7% de biotita.

Geocronologia

As primeiras idades absolutas obtidas para as rochas da Província Magmática do Cabo foram reportadas por Vandoros *et al.* (1966), com valores variando entre 99 e 85 Ma pelos métodos K-Ar e Rb-Sr, onde o Granito do Cabo apresentava-se idades entre 91 e 87 Ma. Em reavaliação, desses mesmos dados, Vandoros & Valarelli (1976) estabeleceram um novo intervalo de idade entre 114 e 90 Ma. Posteriormente, Long *et al.* (1986) definiram a idade do Granito do Cabo, através de uma isócrona Rb-Sr (rocha total), obtendo $105 \pm 1,8$ Ma e razão inicial (I_{Sr}) de $0,7084 \pm 0,0011$. Lima

Filho & Szatmari (2002) obtiveram a primeira idade ^{40}Ar - ^{39}Ar (rocha total) para este granito, com valor de $111,2 \pm 1,3$ Ma. Mais recentemente, Nascimento (2003) e Nascimento *et al.* (2003) analisaram, pelo método ^{40}Ar - ^{39}Ar utilizando a técnica de aquecimento incremental a laser, 3 grãos de feldspato, 3 de biotita e 3 de anfíbólio. Os 9 cristais definiram excelentes platôs, indicando idades médias ponderadas de, respectivamente, $101,8 \pm 0,5$, $102,1 \pm 1,5$ e 103 ± 3 Ma (Fig. 6). A ausência de uma diferença estatística significativa nas idades calculadas para os 3 minerais sugere que o Granito do Cabo experimentou uma história de resfriamento relativamente rápida durante seu alojamento há cerca de 102 ± 1 Ma.

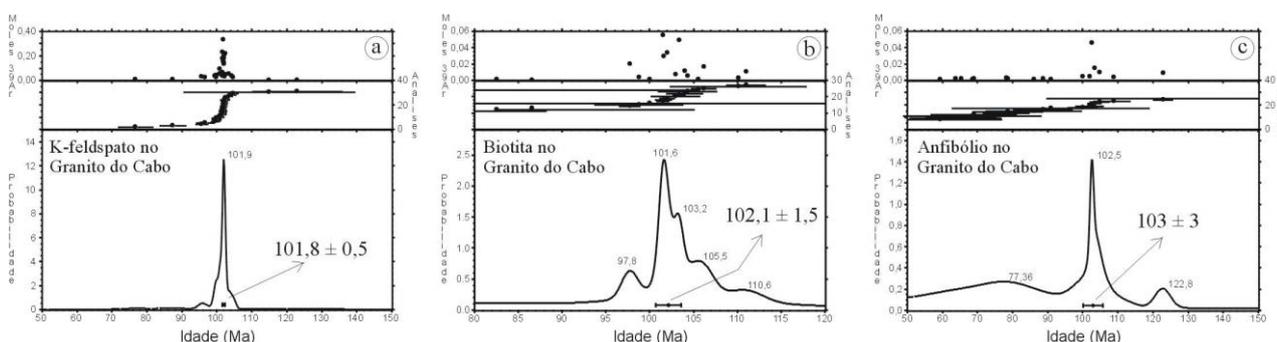


Figura 6 – Idades ^{40}Ar - ^{39}Ar (desvios de 2σ) obtidas em minerais do Granito do Cabo de Santo Agostinho.

Figure 6 – ^{40}Ar - ^{39}Ar ages (2σ deviation) for minerals of the Cabo de Santo Agostinho granite.

HISTÓRIA

Em 1902, John Casper Branner fez uma das primeiras menções ao Granito do Cabo de Santo Agostinho no seu trabalho clássico denominado *Geology along the Pernambuco coast south of Recife*, publicado no *Geological Society of America Bulletin*. Historiadores (Guedes, 1975; Abreu, 1976) mencionam que em 26 de janeiro de 1500, cerca de três meses antes do feito histórico de Pedro Álvares Cabral que culminou com o Descobrimento do Brasil, Vicente Yañez Pinzón desembarcava no ponto mais ocidental do Estado de Pernambuco, ancorando na baía de Suape. Sobre o promontório granítico, foram edificados inúmeros monumentos que faziam parte da Vila de Nazaré e hoje transformados no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti. Este parque é formado pela Igreja Nossa Senhora de Nazaré (Fig. 7a), sendo um dos monumentos mais importantes da região. Não se tem conhecimento da data exata da sua construção. Sabe-se, apenas, que ela já existia no final do século XVI, quando servia de referência aos navegadores. Situa-se no ponto mais alto do referido granito.

Suas paredes foram erguidas usando-se óleo de baleia para unir blocos de pedras retirados do próprio granito. Os sinos da igreja são os originais e ainda são tocados até hoje para chamar os fiéis para a missa.

Neste parque, encontram-se, ainda, as ruínas do Forte Castelo do Mar ou Forte de Nazaré, uma edificação militar portuguesa (Fig. 7b), erguida em pedra e cal, em 1631, pelo Conde de Bagnoli. Esta fortaleza servia de proteção contra invasões ao Porto de Nazaré. Representa um dos principais cartões postais da região. Próximo a este forte, no alto do morro, ainda podem ser vistas as ruínas do Quartel Velho (Fig. 7c), erguido pelo Conde de Bagnoli, e que servia de apoio para o Forte Castelo do Mar.

Na antiga Vila de Nazaré, encontram-se também as ruínas do Convento Carmelita (Fig. 7d), uma construção lusobrasileira iniciada em 1692 e concluída em 1731, ao lado da Igreja de Nazaré. Nas ruínas deste convento, ainda pode ser observado o lavatório utilizado pelas freiras na época.

Já no século XIX foram construídos o Cemitério da Vila de Nazaré (Fig. 7e) para o descanso eterno dos entes queridos e a Casa do Faroleiro (entre 1882 e 1883, Fig. 7f), que se destinava à morada do faroleiro e como depósito de equipamentos do farol.



Figura 7 – Aspectos históricos da região do Granito do Cabo de Santo Agostinho. (a) Igreja Nossa Senhora de Nazaré. (b) Ruínas do Forte Castelo do Mar (ou Forte de Nazaré), erguido em 1631, com o Porto de Suape ao fundo. (c) Ruínas do Quartel Velho que servia de apoio ao Forte Castelo do Mar. (d) Ruínas do Convento Carmelita, construção luso-brasileira iniciada 1692 e concluída em 1731. (e) Cemitério da Vila de Nazaré, construído no século XIX. (f) Ruínas da Casa do Faroleiro, construída entre 1882 e 1883.

Figure 7 – Historical aspects of the Cabo de Santo Agostinho granite. (a) Nossa Senhora de Nazaré Church. (b) Ruins of the Castelo do Mar Fort (or Nazaré Fort), built in 1631, with the Port of Suape in second plan. (c) Ruins of the Old Quarters, which served as a point of support to the Castelo do Mar Fort. (d) Ruins of the Carmelita Convent, a Luso-Brazilian building started in 1692 and ended in 1731. (e) Vila de Nazaré cemetery built in the XIX century. (f) Ruins of the Lighthouse keeper House, built between 1882 and 1883.

GEOTURISMO

A região em lide apresenta forte potencial para o desenvolvimento de atividades como o Geoturismo, que trata da modalidade de turismo que se desenvolve em bases geocientíficas e sustentáveis e visa promover a conservação do patrimônio geológico. De modo geral, este se encontra ameaçado devido à falta de conhecimento sobre a sua real importância e, também, em função

da ausência de medidas legais de proteção.

Contudo, apesar do turismo ser uma das principais atividades da região, ele ocorre basicamente em função das belíssimas praias, com destaque para as de Gaibu, Calhetas, Paraíso e Suape (Fig. 8). A Praia de Gaibu é uma das mais badaladas do litoral sul pernambucano. Uma das atrações principais é escalar o granito para apreciar um belo visual do mar e para conhecer a Praia de Calhetas, a qual encontra-se encravada entre rochas do granito e coqueirais. Esta pequena baía é

considerada uma das mais belas praias do Brasil, sendo procurada para pesca submarina e mergulho.

A Praia de Paraíso é a menor da região, com pequenos afloramentos de rochas graníticas na areia, tornando a paisagem ainda mais bela. É imperdível observar a paisagem de toda a baía de

Suape a partir dos diversos mirantes no local.

Finalmente, a Praia de Suape mostra águas cristalinas e mornas, com mar pouco profundo e poucas ondas, propício para banhos e excelente para os esportes náuticos.

Praia de Gaibu



Praia de Calhetas



Praia do Paraíso



Praia do Suape

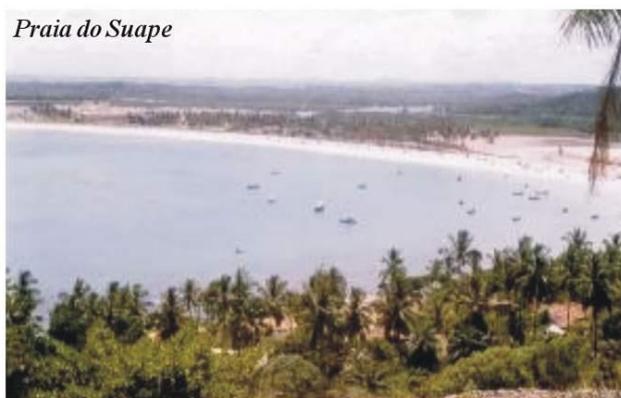


Figura 8 – Aspectos das praias existentes no entorno do Granito do Cabo de Santo Agostinho, servindo como pontos turísticos muito procurados na Estado de Pernambuco.

Figure 8 – General aspects of the beaches along the oceanic coast of the Cabo de Santo Agostinho granite. They serve as important tourist points in Pernambuco state.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

A região, de beleza rara, onde se encontra o Granito do Cabo está inserida no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti, e também faz parte do Sítio Histórico Cabo de Santo Agostinho, tombado pelo Decreto Estadual nº 16.623 de 29 de abril de 1993. Neste sítio, a Igreja de Nazaré e as ruínas do Convento Carmelita são também tombadas em nível federal desde 1961.

O geoturismo pode ser explorado ainda usando as belezas geológicas e históricas da região, contudo se requer um planejamento prévio e adequado para se consolidar e se desenvolver garantindo, assim, o sucesso da atividade que prevê a participação das comunidades locais, a geração de emprego e renda, a minimização dos impactos ambientais e dos problemas sócio-econômicos, e a conservação do patrimônio natural para as presentes e futuras gerações.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo – PRH-22/ANP pelo suporte financeiro, e ao Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGG/UFRN) pelo apoio logístico. Agradecimentos também são feitos aos revisores pelas excelentes sugestões para o melhoramento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J.C. 1976. O Descobrimento do Brasil. 2ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira; Brasília, INL, 149 p.
- Amaral, A.J.R.; Menor, E.A. 1979. A seqüência vulcano-sedimentar cretácea da região de Suape (PE): interpretação faciológica e considerações metalogenéticas. In: SBG/Núcleo Nordeste, Simp. Geol. NE, 9, Natal, *Atas*, 251-269.
- Araújo, R.D. 1994. Levantamento geofísico nos

- arredores do Granito de Santo Agostinho. Unpublished undergraduate report, Departamento de Geologia, UFPE, Recife, 64 p.
- Branner, J.C. 1902. Geology of the Northeast Coast of Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, **13**: 41-98.
- Chang, H.K.; Kowsmann, R.O.; Figueiredo, A.M.F.; Bender, A.A. 1992. Tectonic and stratigraphy of the East Brazil Rift System: an overview. *Tectonophysics*, **213**(1/2): 97-138.
- Cruz, L.R. 2002. *Mapeamento geológico da região de Cabo (PE), Sub-Bacia de Pernambuco*. Relatório de Graduação, Departamento e Curso de Geologia, UFRN, Natal, 74 p.
- Golonka, J.; Bocharova, N.Y. 2000. Hot spot activity and the break-up of Pangea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **161**: 49-69.
- Guedes, M.J. 1975. "As primeiras expedições de reconhecimento da costa brasileira". História Naval Brasileira, Tomo I, V.1, Cap. 4. Rio de Janeiro, Ministério da Marinha, 346 p.
- Jardim de Sá, E.F.; Silva, F.C.A.; Lima Filho, M.F.; Antunes, A.F.; Cruz, L.R.; Almeida, C.B.; Nascimento, M.A.L.; Guedes, I.M.G.; Frutuoso Jr., L.J.; Souza, Z.S.; Neumann, V.H.M.L. 2003. As relações de borda da seqüência rifte na Sub-Bacia de Pernambuco, NE do Brasil. II Congresso Brasileiro de P & D em Petróleo e Gás, Rio de Janeiro, Resumos, p. 47-47.
- Le Maitre, R.W. 1989. *A classification of igneous rocks and glossary of terms*. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 193 p.
- Lima Filho, M.F. 1998. Análise estratigráfica e estrutural da Bacia Pernambuco. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 139 p.
- Lima Filho, M.F.; Szatmari, P. 2002. Ar-Ar geochronology of volcanic rocks of the Cabo Magmatic Province (CMP) – Pernambuco Basin. In: SBG/Núcleo Norte, Simp. sobre Vulcan. e Amb. Assoc., 2, Belém, *Resumo*, p. 59.
- Lima Neto, F.F. 1998. Evolução pós-Paleozóica do Nordeste Brasileiro: "hot spots" em manto frio. In: SBG/Núcleo Sudeste, Congr. Bras. Geol., 40, Belo Horizonte, *Anais*, p. 103-103.
- Long, L.E.; Sial, A.N.; Ekvani, H.E.; Borba, G.S. 1986. Origin of granite at Cabo de Santo Agostinho – Northeast Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **92**: 341-350.
- Miyashiro, A. 1978. Nature of alkalic volcanic rocks series. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **66**: 91-104.
- Nascimento, M.A.L. 2003. Geologia, Geocronologia, Geoquímica e Petrogênese das Rochas Ígneas Cretácicas da Província Magmática do Cabo e suas Relações com as Unidades Sedimentares da Bacia de Pernambuco (NE do Brasil). Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, UFRN, Natal, 233 p.
- Nascimento, M.A.L.; Souza, Z.S.; Galindo, A.C., 2002. Textura granofírica nas rochas do Granito do Cabo de Santo Agostinho, Província Magmática do Cabo, Bacia de Pernambuco (Nordeste do Brasil): implicações geodinâmicas. *Revista de Geologia da UFC*, **15**: 101-107.
- Nascimento, M.A.L.; Vasconcelos, P.M.; Souza, Z.S.; Jardim de Sá, E.F.; Carmo, I.O.; Thiede, D. 2003. ⁴⁰Ar-³⁹Ar geochronology of the Cabo Magmatic Province, Pernambuco Basin, NE Brazil. *South American Symposium on Isotope Geology*, **4**: 624-628.
- O'Connor, J.M.; Le Roex, A.P. 1992. South Atlantic hot spot-plume systems: 1. Distribution of volcanism in time and space. *Earth and Planetary Science Letters*, **113**: 343-364.
- Pearce, J.A.; Harris, N.B.W.; Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, **25**: 956-983.
- Rayleigh, J.W.S. 1896. Theoretical considerations respecting the separation of gases by diffusion and similar processes. *Philosophical Magazine*, **42**: 77-107.
- Sial, A.N. 1976. The post-Paleozoic volcanism of north-east Brazil and its tectonic significance. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **48**: 299-311.
- Sial, A.N.; Long, L.E.; Borba, G.S. 1987. Field trip guide excursion: cretaceous magmatic province of Cabo, Pernambuco, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **17**: 667-673.
- Stormer Jr., J.C.; Nicholls, J. 1978. XLFRAC: a program for the interactive testing of magmatic differentiation models. *Computers e Geosciences*, **4**: 143-159.
- Thorpe, R.S.O.; Brown, G.C. 1999. *The field description of igneous rocks*. John Wiley & Sons, 154 p.
- Vandoros, P.; Cordani, U.; Matzko, J.J. 1966. Idades absolutas das rochas ígneas da região do cabo. In: SBG/Núcleo Sudeste, Cong. Bras. Geol., 20, Vitória, *Anais*, **1**: 64-66.
- Vandoros, P.; Valarelli, J.V. 1976. Geologia da região do Cabo de Santo Agostinho, PE. In: SBG/Núcleo Minas Gerais, Cong. Bras. Geol., 29, Ouro Preto, *Res. Comum.*, p. 19-19.
- Wilson, M. 1992. Magmatism and continental rifting during the opening of the South Atlantic Ocean: a consequence of Lower Cretaceous super-plume activity? In: Storey B.C.; Alabaster T.; Pankhurst R.J. (eds.). *Magmatism and the causes of Continental Break-up*. Geological Society Special Publication, **68**: 1-16.
- Wright J.B. 1969. A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite genesis. *Geological Magazine*, **106**: 370-384.

¹ Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica (PPGG) / UFRN, PRH-22 / ANP, Caixa Postal 1639, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil, e-mail: marcos@geologia.ufrn.br *

* Atualmente na Terra & Mar Soluções em Geologia e Geofísica Ltda.

(www.terraemarsolucoes.com.br).

² Departamento de Geologia e PPGG / UFRN, PRH-22 / ANP, Caixa Postal 1502, CEP 59078-970, Natal, RN, Brasil,

e-mail: zorano@geologia.ufrn.br

CURRICULUM VITAE SINÓPTICO DOS AUTORES



Marcos Antonio Leite do Nascimento – Possui graduação em Geologia (1998) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Mestrado (2000) e Doutorado (2003) pela Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade

Federal do Rio Grande do Norte, desenvolvendo pesquisas na área de Petrologia Ígnea. É geólogo do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Atualmente é Chefe do Projeto Folha Currais Novos (1:100.000), coordenador do Projeto Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte e membro da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) pela CPRM. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Mapeamento Geológico atuando principalmente nos seguintes temas: petrologia ígnea, geocronologia, geologia aplicada e geoturismo.



Zorano Sérgio de Souza – Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1984), mestrado em Etudes Supérieures em Sciences – Université de Rennes I Geosciences (1991), doutorado em Geologia e Geoquímica pela Universidade

Federal do Pará (1994) e pós-doutorados pela Universidade Blaise Pascal (Clermont-Ferrand, França, 1997-1998) e Universidade de Queensland (Brisbane, Austrália, 2005-2006). Atualmente é professor associado I, fazendo parte do Departamento de Geologia e do Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência em Geologia de Campo, Tectônica do Pré-Cambriano e Petrologia de Rocha Ígneas. As áreas de pesquisa atuais incluem geocronologia e geologia isotópica (Sr, Nd, Pb e Ar) e geoquímica voltados ao entendimento da gênese e evolução de magmas.