

OS ESCORREGAMENTOS DA ENSEADA DO BANANAL E DO MORRO DA CARIOCA EM ANGRA DOS REIS NA BAÍA DE ILHA GRANDE-RJ

Francisco Dourado¹ & Nelson Ferreira Fernandes²

RESUMO

Na noite de Réveillon de 2010, o município de Angra dos Reis na Região da Costa Verde fluminense foi atingido por um evento climático extremo, uma chuva torrencial. Diversas localidades foram atingidas por escorregamentos destruindo edificações, vias de acesso, fornecimento de energia elétrica e parte do sistema de telecomunicações. Diversos hotéis e pousadas, além dos próprios moradores, da Estrada do Contorno ficaram isolados por alguns dias. O número total de vítimas fatais neste evento foi de 53 pessoas, enquanto o número de pessoas desalojadas foi de 4.500 e de afetadas passou de 170.000. As vítimas fatais estavam em dois pontos: Na comunidade conhecida como Morro da Carioca no centro da cidade, onde foram registradas 21 vítimas fatais e na Enseada do Bananal, na Ilha Grande, onde 32 pessoas morreram. Nesse período, a pluviometria registrou o acúmulo de 417 mm em 72 horas. Em ambos os casos, o movimento ocorreu no contato solo-rocha, iniciando-se no topo da encosta, logo após a quebra do relevo, onde ocorreu a saturação do solo devido ao aumento da poro-pressão.

Palavras-chave: Movimento de massa, Ilha Grande, Morro da Carioca e Angra dos Reis.

ABSTRACT

On the night of New Year's Eve 2010, the municipality of Angra dos Reis on the Costa Verde Region was hit by an extreme weather event, a downpour. Several locations were hit, destroying buildings, access roads, provision of electricity and part of the telecommunications system. Several hotels, in addition to the residents were stranded for a few days. The total number of fatalities in this event was 53 people, while the number of homeless people was 4,500 and has affected 170,000. The fatal victims were in two points: In the community known as Morro da Carioca in the downtown, where 21 fatalities were recorded in the Enseada do Bananal in Ilha Grande, where 32 people died. During this period, the recorded rainfall accumulation was 417 mm in 72 hours. In both cases, the movement occurred at the contact between ground and rock, beginning at the top of the slope after the breakage of relief where there was saturation of the soil due to the increased pore-pressure.

Key words: Landslide, Ilha Grande, Morro da Carioca e Angra dos Reis.

1. Departamento de Geologia Aplicada/Faculdade de Geologia/Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524 / sala 2019 / bloco-A. Maracanã - Rio de Janeiro - RJ - CEP 20550-900, fdourado@uerj.br

2. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, CCMN, IGEO, Bloco H, sala 8, Cidade Universitária, 21945-970 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - Caixa-postal: 68537, nelsonff@acd.ufrj.br

INTRODUÇÃO

Os movimentos de massa são, em geral, processos naturais de ajuste da paisagem associados à dinâmica externa da Terra (intemperismo, erosão, etc...). São movimentos gravitacionais rápidos, normalmente desenvolvidos no manto de alteração das rochas (GUERRA *et al.* 1999 e TAIOLI & CORDANI, 2000).

Os escorregamentos translacionais rasos são um tipo específico de movimentos de massa, onde em geral o pacote de material que desliza, em movimentos rápidos e de curta duração, é limitado por uma descontinuidade plana que pode ser, por exemplo, o contato entre duas camadas de solos distintas (colúvio e elúvio) ou o limite entre manto de alteração e a rocha sã (FERNANDES & AMARAL, 1996).

A forma do relevo, a vegetação, a litologia, o solo e suas descontinuidades são exemplos de fatores naturais que podem controlar a ocorrência de movimentos de massa (FERNANDES *et al.*, 1994). Além destes fatores, a ação antrópica é um fator adicional e normalmente acelera o processo de desestabilização. A ocupação

desordenada das encostas, o corte irregular de taludes, os aterros não planejados, as modificação da drenagem, são exemplos de ações antrópicas que modificam as condições naturais e agravam os processos erosivos.

Os Agentes Deflagradores são fatores que podem desencadear o início de um movimento de massa. Por exemplo, uma alta taxa de pluviosidade, associada às características físicas do solo pode elevar o nível do lençol freático, levando à saturação do mesmo, aumentando a poro-pressão e criando as condições necessárias para o início de movimentos de massa.

Na noite de *Réveillon* de 2010, o município de Angra dos Reis na Região da Costa Verde fluminense (Figura 1) foi atingido por um evento climático extremo, uma chuva torrencial. Esse evento climático desencadeou centenas de movimentos de massa espalhados por diversas localidades na região estudada destruindo edificações, vias de acesso, interrompendo o fornecimento de energia elétrica e parte do sistema de telecomunicações (Figura 2). Diversos hotéis e pousadas, além dos próprios moradores, da Estrada do Contorno ficaram isolados por alguns dias.

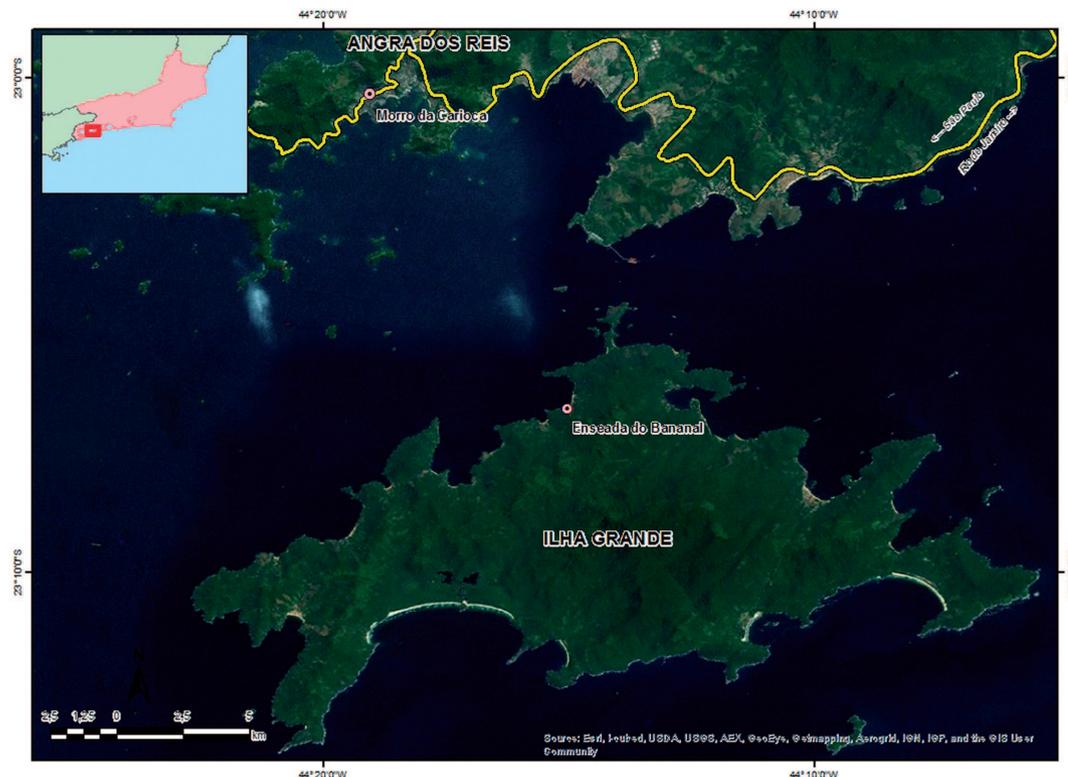


Figura 1: Localização dos escorregamentos na Baía de Ilha Grande



Figura 2: Movimentos de massa distribuídos em todo o município

O número total de vítimas fatais neste evento foi de 53 pessoas, enquanto o número de pessoas desalojadas foi de 4.500 e de afetadas passou de 170.000. As vítimas fatais estavam em dois pontos:

- Na comunidade conhecida como Morro da Carioca no centro da cidade, onde foram registradas 21 vítimas fatais (Figura 3); e
- Na Enseada do Bananal, em Ilha Grande, onde 32 pessoas morreram (Figura 4)

A forma de ocupação do Morro da Carioca se deu da mesma forma da maior parte das ocupações irregulares das grandes cidades do Estado do Rio de Janeiro: ocuparam-se as vertentes escarpadas dos morros, gradativamente na direção ascendente,

desde a base mais plana até o limite quase vertical. Posteriormente, os topos, muitas vezes mais planos do que as bases, foram ocupados. Os trechos entre as áreas ocupadas na base e no topo só não foram ocupadas literalmente por uma limitação física, devido à alta declividade dos paredões, geralmente de rocha nua ou com no máximo alguns centímetros de solo.

Por outro lado, na Enseada do Bananal, devido às características intrínsecas de uma ilha, dentre elas a dificuldade de acesso, corroboradas pelo fato da região ser um Parque Estadual, a ocupação não foi de modo desordenado. Esta ocupação se deu bem próximo ao nível do mar, nas porções mais planas.



Figura 3: Movimento do Morro da Carioca

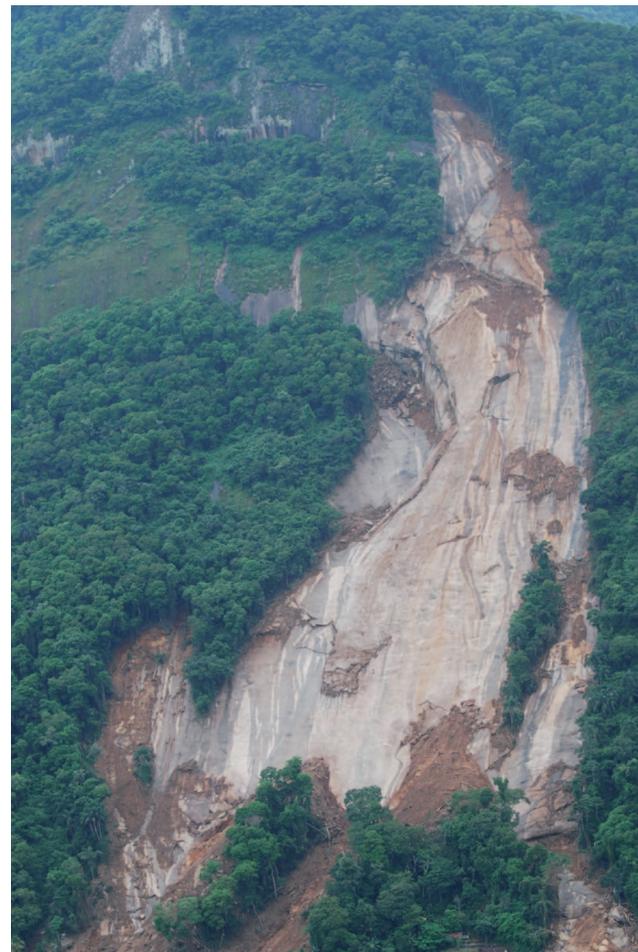


Figura 4: Modelo da Enseada do Morro da Carioca

GEOLOGIA DA ÁREA

A área afetada pelo evento está inserida no Arco Magmático Rio Negro, no segmento central da faixa móvel ribeira (TUPINAMBÁ *et al.*, 2000; SCHMITT, 2001 HEILBRON *et al.*, 2003).

A área do Morro da Carioca, onde ocorreu o primeiro evento faz parte do Complexo Rio Negro (NP2y1rn) que é formado por rochas do tipo hornblenda-biotita gnaiss migmatítico, tonalítico a granítico; granito, granodiorito e tonalito foliado a homogêneo (CPRM, 2007), sendo constituída por migmatitos onde o paleossoma é composto por um biotita gnaiss fino, o mesossoma por hornblenda-biotita gnaiss cinzento e o leucossoma por muscovita-biotita-granito. Na região, as rochas do Complexo Rio Negro, afloram em forma de uma faixa com direção NE/SW com mergulho para NW, composta por ortognaisses que são subdivididos em

dois conjuntos: hornblenda-biotita gnaiss porfiróide e hornblenda-biotita gnaiss, estes litotipos apresentam na área contato gradacional. Por vezes estes ortognaisses apresentam texturas miloníticas a ultramiloníticas.

O paredão rochoso a montante do ponto onde ocorreu o deslizamento da Enseada do Bananal é formado pela unidade Granito Vila Dois Rios (NP3y5dr), que aflora principalmente na porção central da Ilha Grande, mas que também é observado no litoral, próximo à Conceição de Jacaré, intrudindo as rochas da Suíte Charnockítica Ilha Grande (NP3y3ig) e do Complexo Rio Negro (NP2y1rn) (CPRM, 2007). Esta unidade é caracterizada por um biotita-granito porfirítico, com fenocristais de K-feldspato rosa de 2 a 5 cm de comprimento. Contém enclaves lenticulares de rocha fina, máfica, e xenólitos de rochas charnockíticas e subordinadamente, apresenta fácies equigranular de granulação média a fina (FERNANDES, 2001). Esta

unidade ocorre como apófises e veios no Complexo Plutônico Parati, mas a distinção entre as duas unidades, que apresentam facies porfíricas, nem sempre é fácil e segundo Fernandes (2001) é correlata ao plúton Pedra Branca que aflora na porção oeste da cidade do Rio de Janeiro, cuja datação U-Pb em monazita e zircão indicam idade de 513 ± 5 Ma (HEILBRON; MACHADO, 2003).

OS PROCESSOS

O evento ocorreu entre os dias 31 de Dezembro de 2009 e 1º de Janeiro de 2010. Nesse período, segundo DCAR (2010) a pluviometria registrou o acúmulo de 417 mm em 72 horas. Em sua grande maioria, os movimentos de massa observados foram do tipo translacional raso de pequeno volume, mas o suficiente para danificar

edificações e interditar vias. Porém, as mortes observadas nesse evento ficaram restritas a duas localidades: Morro da Carioca e Enseada do Bananal. Em ambos os casos, o movimento translacional ocorreu no contato solo-rocha entre 1,5 e 2 metros de profundidade, iniciando-se no topo da encosta, logo após a quebra do relevo (Figura 5a), onde ocorreu a saturação do solo e o aumento da poro-pressão. O deslocamento de massa sobre a porção mais íngreme da vertente desestabilizou a fina camada de solo sobre a encosta de rocha exposta (que já sofre com a sobrecarga da vegetação incrementada com a água meteórica) gerando um segundo e quase concomitante movimento. O trecho mais íngreme desliza de forma translacional (Figura 5b), até atingir o trecho mais plano na base da encosta (Figura 5c), gerando um movimento no tálus depositado na base da encosta.

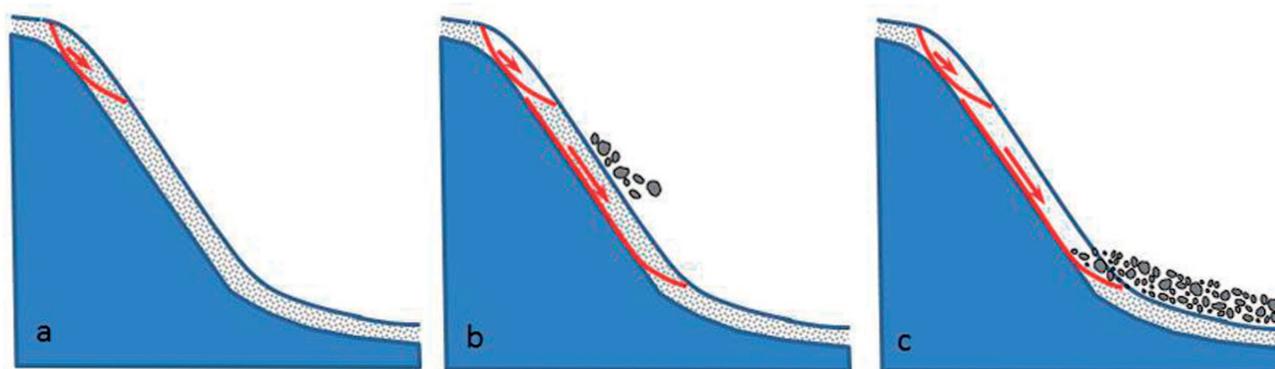


Figura 5: Movimento da Enseada do Bananal

Morro da Carioca

No caso do Morro da Carioca, o Agente Deflagrador do movimento foi a associação da alta pluviometria e um vazamento de águas servidas das casas que margeiam o topo da vertente Sul do maciço. Neste ponto é possível observar que a cobertura vegetal se apresenta em maior densidade, assim como a camada de solo é mais espessa, possivelmente devido à menor declividade da encosta, que por sua vez pode estar associada à litologia da região.

Enseada do Bananal

O processo que ocorreu na Enseada do Bananal foi o mesmo que do Morro da Carioca, um escorregamento planar translacional, porém o Agente Deflagrador

foi a elevação do nível de água em uma área onde há a intersecção de dois planos de fratura, o que gerou o acúmulo de água, aumentando a poro-pressão no solo e desencadeando o movimento na porção mais alta do terreno.

OS IMPACTOS

Morro da Carioca

No Morro da Carioca, o movimento atingiu uma área total de 5.700m^2 em uma extensão de 150 metros por uma largura de 40 metros, matando 21 pessoas (Figura 6). Estima-se que o volume total de solo movimentado foi 2.900 m^3 . Reconstituindo a partir de fotografias aéreas anteriores ao evento, o

número de casas atingidas foi de 10 casas. Após o evento, em torno de 100 casas foram desapropriadas e seis meses depois foram demolidas. No local onde as casas se situavam, o terreno sofreu intervenções de drenagem e terraplanagem e atualmente encontra-se em avançado estágio de recuperação da cobertura vegetal.



Figura 6: Modelo 3D do movimento do Morro da Carioca

Enseada do Bananal

O movimento de massa ocorrido na Enseada do Bananal deixou 32 vítimas fatais, atingiu parcialmente uma pousada e destruiu completamente uma construção anexa desta mesma pousada, movimentou mais de 30.000 m³ de solo, deixando uma cicatriz de 63.000 m² com 560 metros de extensão por 250 metros de largura no trecho mais largo (Figura 7).



Figura 7: Modelo 3D do movimento da Enseada do Bananal

O HISTÓRICO DE PREVENÇÃO E AÇÕES APÓS O EVENTO

Histórico

Os movimentos de massa no estado do Rio de Janeiro são eventos anuais e há muito tempo conhecidos pela população e pelos governos e historicamente causadores de desastres e fatalidades. A recorrência desses desastres está ligada ao período chuvoso intenso que ocorre todos os anos. Apesar de ser conhecido tanto quanto seus efeitos, até 2009 o estado do Rio de Janeiro dispunha na estrutura de governo um agrupamento

técnico especializado para identificação e mapeamento das áreas de alta susceptibilidade a movimentos de massa.

Na estrutura administrativa do estado, a única instituição que apresentava uma função relacionada aos riscos causados pelos movimentos de massa era a Defesa Civil Estadual, que é altamente capacitada para ações de resgate e salvamento, em especial em casos de enchentes e movimentos de massa, mas pouco desenvolvida nas atividades de prevenção desses eventos.

As ações pós-desastre

As ações após o evento foram o mapeamento

das áreas remanescentes de alta susceptibilidade a movimentos de massa no município de Angra dos Reis e medidas estruturais (reparo e reconstrução de pontes e intervenções nas encostas).

Na área do Morro da Carioca, o INEA (Instituto Estadual do Ambiente) contratou a COPPE/UFRJ (Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia) para realizar o mapeamento das áreas de risco da comunidade e desenvolver um plano de intervenção para a redução de risco.

Na Enseada do Bananal, após as primeiras intervenções de remoção de massas de solo movimentado e dos destroços das edificações, nenhuma intervenção do Estado foi realizada. Os proprietários dos imóveis vêm desenvolvendo intervenções para a reconstrução das edificações.

Além do mapeamento acima citado, o Governo do Estado instalou sirenes de alerta, através do INEA em parceria com a Prefeitura Municipal, que são tocadas quando um limite de segurança do volume de precipitação pluviométrica é alcançado.

CONCLUSÕES

O evento entre os dias 31 de Dezembro e 1 de Janeiro do *Reveillon* de 2010, causou 52 mortes, desalojando cerca de 4.500 pessoas e afetando mais de 170.000 moradores. Na região, os principais tipos de movimento de massa observados foram: tipo translacional raso de pequeno volume e o movimento translacional no contato solo-rocha em profundidades entre 1,5 e 2 metros. No que concerne aos investimentos de prevenção realizados pelo Governo do Estado, fica a preocupação da instalação de sirenes de alerta em dois aspectos: i. os limites de segurança da precipitação pluviométrica varia a cada bacia hidrográfica em função de suas características morfométricas e da litologia. Desta forma, cada bacia tem seu próprio limite de segurança e devido às características microclimáticas de cada região, também deve ter seu próprio pluviômetro para monitorar esse limite. ii. em função da particularidade de cada bacia, a adoção de um limite de segurança regional, força o sistema a usar um fator de segurança muito alto, o que poderá gerar um alto número de alarmes-falsos, o que certamente causará a descrença da população no sistema de alerta, devido a falta de conscientização do

processo científico, que trabalha com probabilidades e não com certezas. A descrença no sistema fará que a população não siga as orientações de evacuação, o que poderá causar o mesmo número de mortes, com ou sem o sistema de alerta.

Por fim, sabemos que para evitar a repetição de um desastre nestas proporções (mais de 50 mortes em um único evento) apenas as intervenções de obras civis não bastam. A chave para a diminuição de fatalidades está em ações de prevenção, como o mapeamento de áreas de risco e a conscientização da população dos riscos aos quais ela está submetida. Essa conscientização certamente irá evitar ou pelo menos minimizar a ocupação de áreas de risco, assim como trazer confiança à população nos sistemas de alerta. Para atingir esse objetivo, a principal ferramenta é o treinamento e conscientização da população através de palestras nas escolas, cursos nos NUDECs (Núcleos de Defesa Civil) e outras ações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio financeiro recebido pelo Projeto PRONEX-Rio / FAPERJ - Geotecnia Aplicada à Previsão, Avaliação, Prevenção e Remediação de Problemas Geo-Hidro-Ambientais sediado na PUC-RJ e as discussões deste grupo de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM/Serviço Geológico do Brasil. Angra dos Reis- SF.23-Z-C-II, escala 1:100.000: nota explicativa integrada com Santa Rita do Jacutinga, Barra do Piraí, Volta Redonda. Rio de Janeiro: UERJ/CPRM, 2007.
- DCAR, Defesa Civil de Angra dos Reis, disponível em < <http://www.defesacivil.angra.rj.gov.br/asp/tragedia.asp>>, 2010.
- DRM. 2010. Relatório sobre o evento do Morro da Carioca e Enseada do Bananal em Angra dos Reis, Relatório Interno, Diretoria de Geologia.
- FERNANDES, N. F.; COELHO NETTO, A. L. & LACERDA, W. A. 1994. Subsurface hydrology of layered colluvium mantles in unchannelled valleys - southeastern Brazil. *Earth Surface Processes and Landforms*, 19: 609-626.
- FERNANDES, N. F. & AMARAL, C. P. 1996.

- Movimentos de Massa: Uma Abordagem Geológico-Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T. & S. B. CUNHA (Eds.) *Geomorfologia e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro: Bertrand, pp. 123-194.
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. DA & BOTELHO, R. G. M., 1999. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 340 p.
- HEILBRON, M.; MACHADO, N. & DUARTE, B.P. 2001. Evolution of the Paleoproterozoic Transamazonian Orogen in SE Brazil: a view from the Neoproterozoic Ribeira Belt. In: Geological Association of Canada/Mineralogical Association of Canada Joint Annual Meeting, St. Johns, Newfoundland, Canada, May, 2001. Abstracts, vol. 26, p. 61.
- HEILBRON, M.; MACHADO, N.; SIMONETTI, T. & DUARTE, B. 2003. A Paleoproterozoic Orogen Reworked within the Neoproterozoic Ribeira belt, SE Brazil. In: IV South American Symposium on Isotope Geology. Salvador, Brazil. Agosto de 2003. Short Papers, Vol 1: P 186-189.
- TAIOLI, F. & CORDANI, U. C. 2000. A Terra, a humanidade e o desenvolvimento sustentável. in.: TEIXEIRA, W. et al. (Eds) *Decifrando a Terra*. Capítulo 24. São Paulo: Becca, 558pp.
- TUPINAMBÁ, M.; TEIXEIRA, W. & HEILBRON, M. 2000. Neoproterozoic western Gondwana assembly and subduction-related plutonism: the role of the Rio Negro Complex in the Ribeira Belt, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**(1):7-11.
- SCHMITT, R.S. 2001. *A Orogênia Búzios: um evento tectono-metamórfico Cambro-Ordoviciano caracterizado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, Faixa Ribeira-Sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, 273p.