

CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS MOVIMENTOS DE MASSA OCORRIDOS EM JANEIRO DE 2011 NA BACIA DO Córrego D'ANTAS, NOVA FRIBURGO – RJ

Rodrigo Wagner Paixão Pintoⁱ

Mestrando em Geografia
Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

Marcelo Motta de Freitasⁱⁱ

Doutor em Geografia
Professor do Departamento de
Geografia
Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

Resumo

As chuvas ocorridas em janeiro de 2011 na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro provocaram enchentes e deslizamentos de enormes proporções, ocasionando a destruição de milhares de residências e um elevado número de óbitos em sua passagem. Um dos municípios mais atingidos da região foi Nova Friburgo, onde boa parte da malha urbana do município foi afetada. Neste trabalho, serão analisados os impactos do evento extremo na bacia de drenagem do Córrego d'Antas. No dia 12 de janeiro, uma corrida de massa com aproximadamente 8 km. de extensão afetou o canal deste causando a destruição de uma série de edificações. Este artigo descreve a corrida de massa e analisa seus fatores predisponentes geomorfológicos, com destaque para o possível papel desempenhado por níveis de bases locais e concavidades. Também são analisados os fatores referentes a ação do homem, chuvas antecedentes e o fator deflagrador – a chuva registrada nos dias 11 e 12 de janeiro - com base em estudos desenvolvidos no âmbito da cooperação técnica entre o Serviço Geológico do Rio de Janeiro (DRM-RJ) e a Faculdade de Geologia da UERJ.

Palavras-chave: Corrida de Massa, Níveis de Base Locais, Córrego d'Antas, Evento Extremo.

CONSIDERATIONS ABOUT THE LANDSLIDES OCCURRED IN JANUARY 2011 ON D'ANTAS STREAM, NOVA FRIBURGO – RJ

Abstract

The downpour rain that occurred in January 2011 in the mountainous region of the State of Rio de Janeiro caused floods and landslides of enormous proportions, causing the destruction of thousands houses and a high number of deaths in its wake. One of the hardest hit cities in the region were Nova Friburgo, where much of the urban area of the city was affected. In this work, we analyzed the impacts of extreme events in the watershed of D'Antas Stream. On January 12th, a mud-flow approximately with 8 km length, affected the main stream causing the destruction of lots buildings. This article describes the mud flow and mass movement and analyze the geomorphological predisposing factors, with emphasis on the possible role played by knickpoints and concavities. It also analyzes the factors related to human action and rains triggering factor - rain recorded on January 11th and 12th - based on studies carried out in the framework of technical cooperation

ⁱ *Correspondência:* Rua Marquês de São Vicente, n. 225. Gávea. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 22451-900.

E-mail:

rodrigowpp1@gmail.com

Integrante do grupo de pesquisa MorfoTektos/PUC-Rio

ⁱⁱ *Correspondência:* Idem nota i.

E-mail: marcelomotta@puc-rio.br

Coordenador do grupo de pesquisa Morfotektos/PUC-Rio

between the Geological Survey of Rio de Janeiro (RJ-DRM) and the Faculty of Geology of UERJ.

Keywords: Landslide, Knickpoints, D'Antas Stream, Extreme Events.

Os movimentos de massa são fenômenos naturais que apesar de serem bastante estudados, sua previsão de ocorrência é difícil, uma vez que os mesmos possuem dinâmicas complexas, e mecanismos de ruptura diversos. Estes fenômenos fazem parte da dinâmica externa da superfície terrestre que interage com outros fatores intempéricos e modelam a paisagem. Além disso, esses movimentos podem ocorrer tanto nas encostas florestadas como em encostas desmatadas e/ou “antropizadas” (FERNANDES e AMARAL, 1996). A recorrência dos deslizamentos nas encostas, também chama a atenção, uma vez que estes fenômenos ocorrem frequentemente, porém não na mesma intensidade.

A preocupação com os riscos e desastres que podem ocorrer através dos movimentos de massa fez com que, a partir da década de 1990, a ONU estabelecesse um programa que visa a transferência de tecnologia e informação para a mitigação de tragédias ocasionadas por este fenômeno. Neste programa, há duas frentes de ação: o primeiro programa é o Projeto de Inventário Mundial de Deslizamentos e um segundo que pretende transferir informação para a previsão de deslizamentos em áreas montanhosas. (FERNANDES e AMARAL, 1996).

Estes fenômenos naturais não são a-espaciais e, portanto, quando ocorrem, influenciam diretamente nas relações espaciais. Portanto, seria de extrema importância a incorporação dessas dinâmicas naturais no planejamento de ocupação das cidades, visando mitigar os impactos causados pelos movimentos de massa. Neste sentido, alguns autores enfatizam a importância da geomorfologia nos projetos de uso e ocupação do solo (AB'SABER, 1958; SAADI, 1997; ROSS, 2006; GUERRA, 2007). Segundo Christofletti (2007, p. 416):

As feições topográficas e os processos morfogenéticos atuantes em uma determinada área possuem papel relevante para as categorias de uso do solo, tanto nas atividades agrícolas como nas urbano-industriais. (...) A potencialidade aplicativa do conhecimento geomorfológico insere-se, portanto, no diagnóstico das condições ambientais, contribuindo para orientar a alocação e o assentamento das atividades humanas.

Na região Sudeste do Brasil, o relevo caracteriza-se por serras escarpadas e colinas dissecadas que constituem os “mares de morro” (AB’SABER, 2003) situados no contexto tectônico da Faixa Móvel Ribeira que foram influenciados por esforços tectônicos do ciclo Brasileiro (HEILBRON *et al.*, 2004). Segundo Leopold, Wolman e Miller (1964), os trópicos úmidos são considerados como uma das regiões onde as vertentes estão mais sujeitas aos movimentos de massa. A abundância das precipitações ao lado da existência de espessos mantos de alteração promovem as condições ideais para a ativação destes processos. (BIGARELLA e MEIS, 1965; MEIS e XAVIER DA SILVA, 1968; FERNANDES e AMARAL, 1996).

Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo analisar os condicionantes geomorfológicos que influenciaram os mecanismos e a distribuição espacial dos movimentos de massa ocorridos na bacia do Córrego d’Antas, no município de Nova Friburgo, em virtude dos eventos climáticos ocorridos nos dias 11 e 12 de janeiro de 2011.

A bacia do Córrego d’Antas, Nova Friburgo – RJ

A bacia do Córrego d’Antas situa-se próximo ao centro urbano de Nova Friburgo, ocorrendo em parte dos distritos de Nova Friburgo, Conselheiro Paulino e Campo do Coelho. A estrada BR-492 ou RJ-130, que liga os municípios de Nova Friburgo e Teresópolis corta boa parte desta bacia, sendo sua principal via de acesso.

A configuração topográfica dos divisores da bacia desenha um vale assimétrico e a orientação da drenagem principal é no sentido SW-NE seguindo o alinhamento das estruturas tectônicas definidas pela foliação principal das rochas da Faixa Móvel Ribeira, com pequenas contribuições de afluentes orientados no sentido N-S, já orientados pela rede de fraturamentos e falhamentos provenientes da tectônica rúptil juro-cretácica. O rio Bengalas, por sua vez, possui orientação principal N-S, também, condicionada pelas estruturas tectônicas de abertura do Oceano Atlântico. Vale ressaltar que Lamego (1963), acusou estes alinhamentos diferenciados do rio Bengalas entre os granitos da serra do Caledônia, o que chamou de “desorientação das drenagens” em virtude das mesmas não seguirem o padrão NE

das drenagens orientadas pela foliação principal da Faixa Móvel Ribeira (HEILBRON *et al.*, 2004) (figura 1).

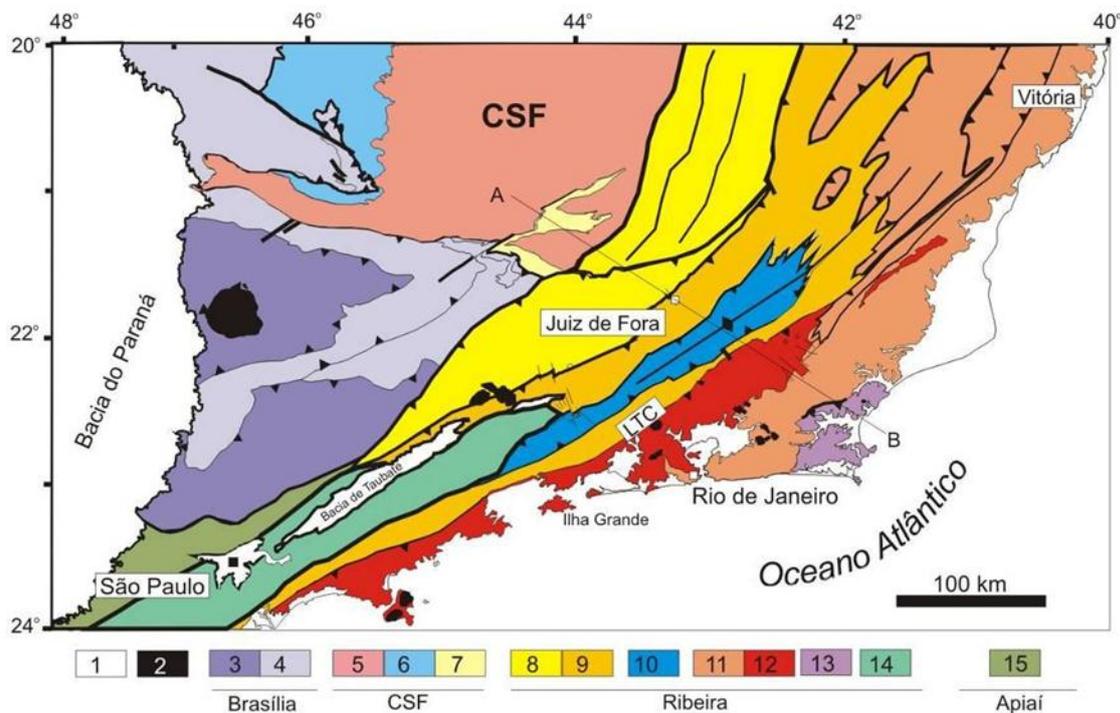


Figura 1: Mapa tectônico do setor central da faixa Ribeira, mostrando os terrenos tectono-estratigráficos – Legenda: 1- riftes Cenozóicos; 2- rochas alcalinas do Cretáceo e Terciário; orógeno Brasília (3-4): 3- nappes inferiores, 4- nappes superiores; 5- embasamento do CSF e domínio autóctone; 6- supergrupo São Francisco; 7- metassedimentos do domínio autóctone; orógeno Ribeira (8-13): 8- domínio Andrelândia, 9- domínio Juiz de Fora do Terreno Ocidental, 10- klippe Paraíba do Sul, 11- terreno oriental, 12- granitóides do arco magmático Rio Negro, 13- terreno Cabo Frio; orógeno Apiaí/Paranapiacaba (14-15): 14- terrenos São Roque e Açunguá, 15- terreno Embu.
Fonte: Heilbron *et al.* (2004, p. 212)

Apresenta três cabeceiras paralelas, cujas drenagens, seguem a orientação preferencial SW-NE, assim como o canal principal, e afluentes que, em sua maioria, seguem a orientação N-S. Os afluentes do lado direito possuem maior extensão e declive em relação aos afluentes do lado esquerdo, que além são curtos e menos íngremes. O mapa de localização (figura 2) auxilia na melhor compreensão da morfologia do relevo desta bacia, mostrando que as nascentes dos afluentes do lado direito ocorrem em cotas topográficas mais altas, chegando a atingir altitudes de 1900 metros, bem mais elevados que os afluentes do lado esquerdo, cuja altitude média é de aproximadamente 1.600 metros. Esta característica talvez possa ser explicada pela ocorrência de granitos na porção SE da bacia, onde se formam os afluentes da margem direita, mais extensos e mais íngremes. Isto se deve ao fato de que o granito é mais resistente ao intemperismo do que os gnaisses que ocorrem

nas vertentes NW (lado esquerdo), mais rebaixadas que formam, assim, afluentes menos extensos e menos íngremes.

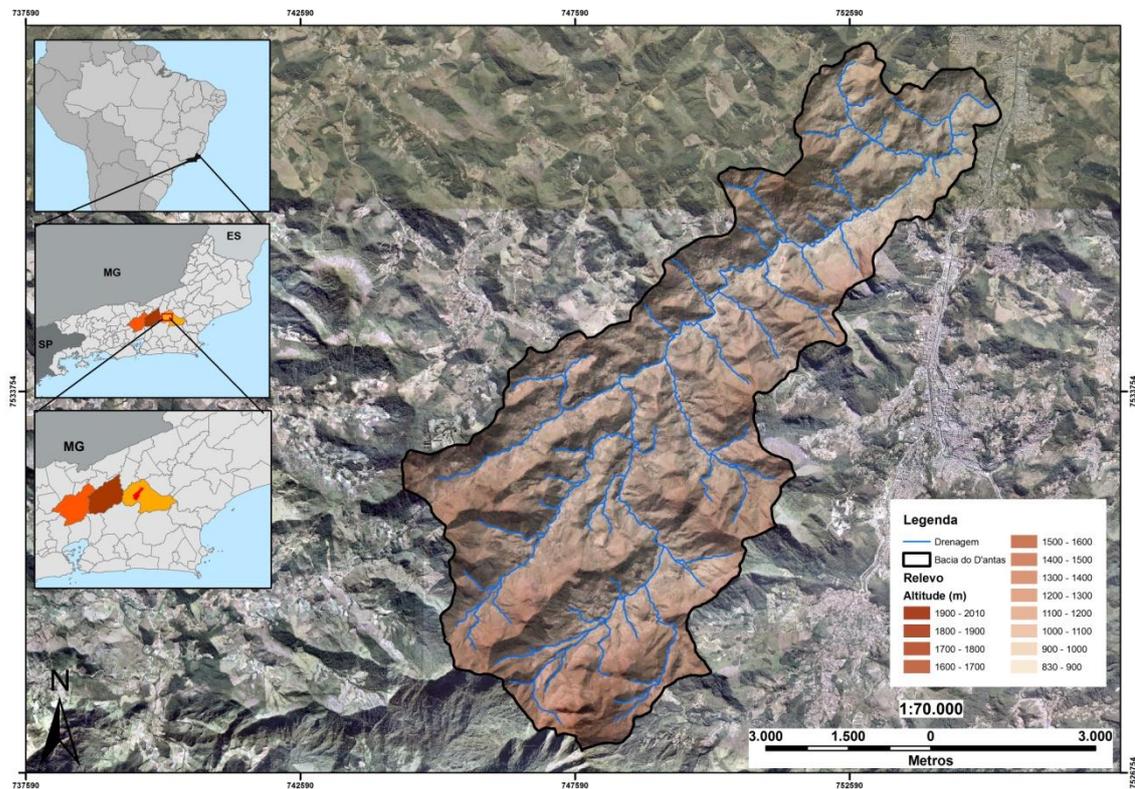


Figura 2: Mapa de Localização da bacia do Córrego d'Antas

Procedimentos Metodológicos

Para a realização do trabalho, foram feitos trabalhos de campo para detalhamento das características da corrida de massa, além do detalhamento das características da bacia como topografia, geomorfologia, geologia. Além disso, os trabalhos de campo contribuíram no levantamento de outros dados, como a existência de processos erosivos e movimentos de massa antigos e, também, na descrição do mecanismo de ruptura e tipologia da corrida. Depois do campo, os dados eram georreferenciados para serem trabalhos em ambiente digital.

A partir disso, foram realizados trabalhos de mapeamento da bacia, utilizando a base topográfica de 1:10.000 da empresa de energia AMPLA, que forneceu a base dias após o desastre. Tendo esta base topográfica como referência, delimitou-se a bacia de drenagem do Córrego d'Antas e foi feita a restituição da drenagem para a referente escala. Foi definida como escala de análise, a bacia de drenagem, pois, constitui um sistema hidrogeomorfológico, onde as mudanças de ordem na-

tural ou antrópicas que operam no fornecimento de energia causam um reajuste nas formas e processos, de acordo com suas intensidades (COELHO NETTO, 2007).

Também utilizando a topografia, o mapeamento geomorfológico da bacia consistiu na demarcação das encostas de geometria côncavas, os alvéolos que compreendem a planície de inundação e o terraço fluvial, além dos estrangulamentos do relevo que correspondem aos níveis de base local – *knickpoints*.

Logo após o evento, foram disponibilizadas imagens de satélites da região afetada com as marcas da tragédia. O georreferenciamento das imagens condicionou o mapeamento das cicatrizes, no qual, foi feita a diferenciação entre corrida e deslizamento. Com o estabelecimento da base de dados, as análises passaram a integrar os dados de observações de campo já em ambiente digital, juntamente com os dados mapeados.

Características Morfológicas da Bacia

Em relação às encostas de geometria côncava que ocorrem na bacia, pode-se dizer que possuem características distintas em relação aos seus afluentes. Há uma concentração desta geometria nas encostas da porção sudoeste, majoritariamente nas cabeceiras, apresentando formas alongadas e estreitas. Estas mesmas características se repetem nas encostas da margem direita do Córrego d'Antas, o que pode ser explicado pelo relevo montanhoso de grande elevação. Já as concavidades da porção norte da bacia apresentam-se mais curtas e relativamente mais largas que as da porção sudoeste, porém, poucos são os casos em que as geometrias côncavas apresentam a forma clássica de anfiteatro. O mapa de concavidades da bacia do Córrego d'Antas ilustra a ocorrência das concavidades ao longo da bacia (figura 3).

O mapeamento das concavidades se justifica pelo fato desta feição ser considerada um grande concentrador de fluxos de materiais e da drenagem (COELHO NETTO, 2007). Além disso, a geometria das encostas exercem papel fundamental no desencadeamento de movimentos de massa, como destacado em outros eventos associados a movimentos coletivos do solo, podendo citar Sternberg (1949), Meis e Xavier da Silveira (1968), Jones (1973) e Fernandes e Amaral (1996).

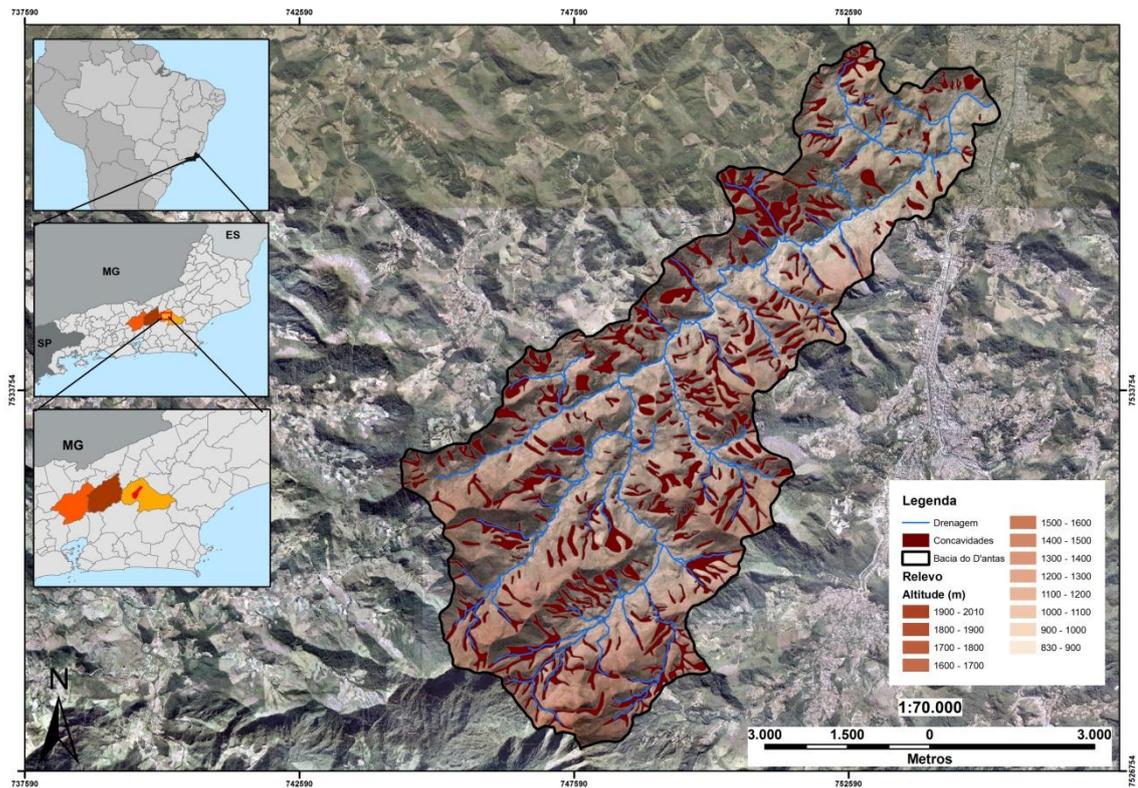


Figura 3: Mapa de concavidades da bacia do Córrego d'Antas.

Os *knickpoints* possuem extrema importância na evolução da paisagem, pois constituem compartimentos de dissecação do relevo, uma vez que estes níveis de base regulam os processos erosivos na bacia de drenagem. (EIRADO SILVA, DANTAS e COELHO NETTO, 1993). O mapa de *knickpoints* na bacia do Córrego d'Antas demonstra a distribuição dos mesmos na bacia que ocorrem, predominantemente, localizados no eixo de drenagem principal do D'Antas (figura 4).

Foram mapeados nove níveis de bases locais no canal principal, representados por estrangulamentos do relevo que interrompem os vales alargados promovendo a formação de alvéolos devido a retenção de materiais e fluxos à montante do *knickpoint*. No conjunto da bacia esta feição também foi mapeada nos afluentes do canal principal, reconhecendo na fisiografia da paisagem vales suspensos, destacando a presença destes nas cabeceiras de drenagem da bacia.

Já os alvéolos ocorrem em sua maioria ao longo do canal principal, sendo interrompidos pelos *knickpoints*. A largura dos alvéolos no canal principal chega a atingir 100m em alguns pontos. Há, também, a ocorrência de alvéolos nos vales suspensos, como foi observado na porção sudoeste da bacia próximas às cabeceiras. No mapa de alvéolos, além dessas características, pode-se perceber que da mesma

forma que no canal principal, estes alvéolos também são interrompidos por estrangulamentos topográficos. Destaca-se ainda, a ocorrência de dois alvéolos em vales suspensos da margem esquerda do canal principal (figura 5).

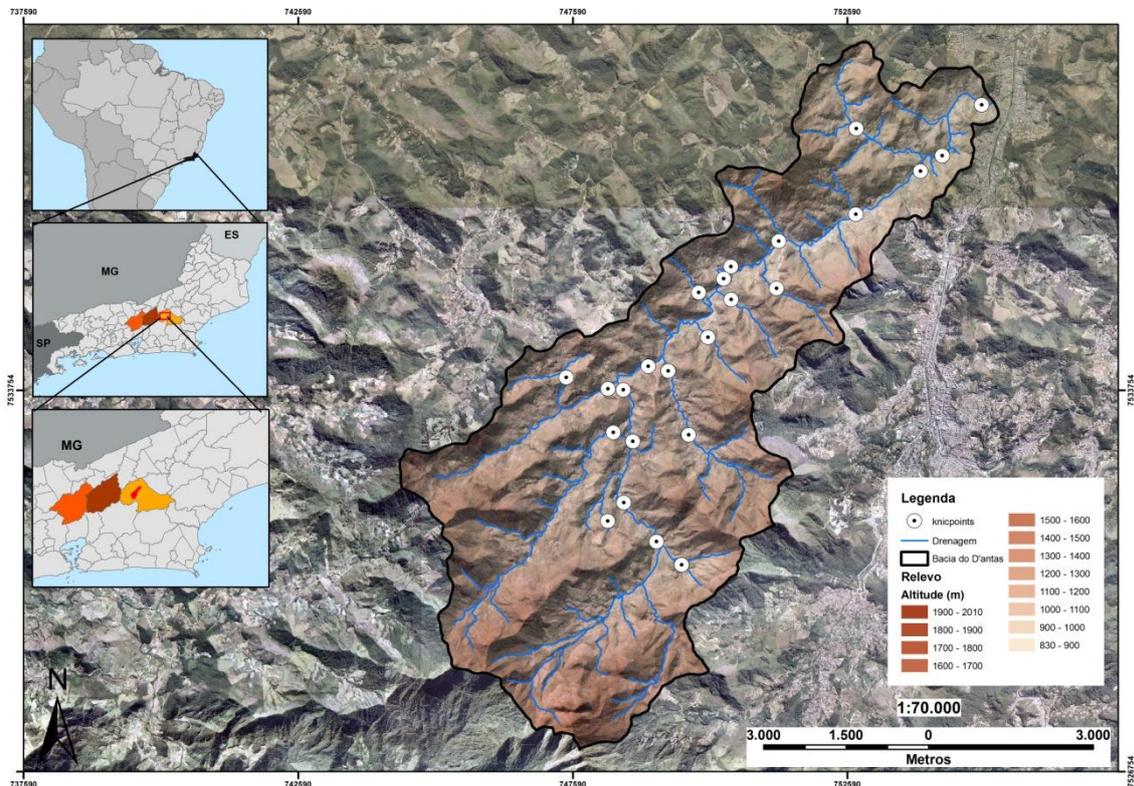


Figura 4: Mapa da distribuição espacial dos *knickpoints*

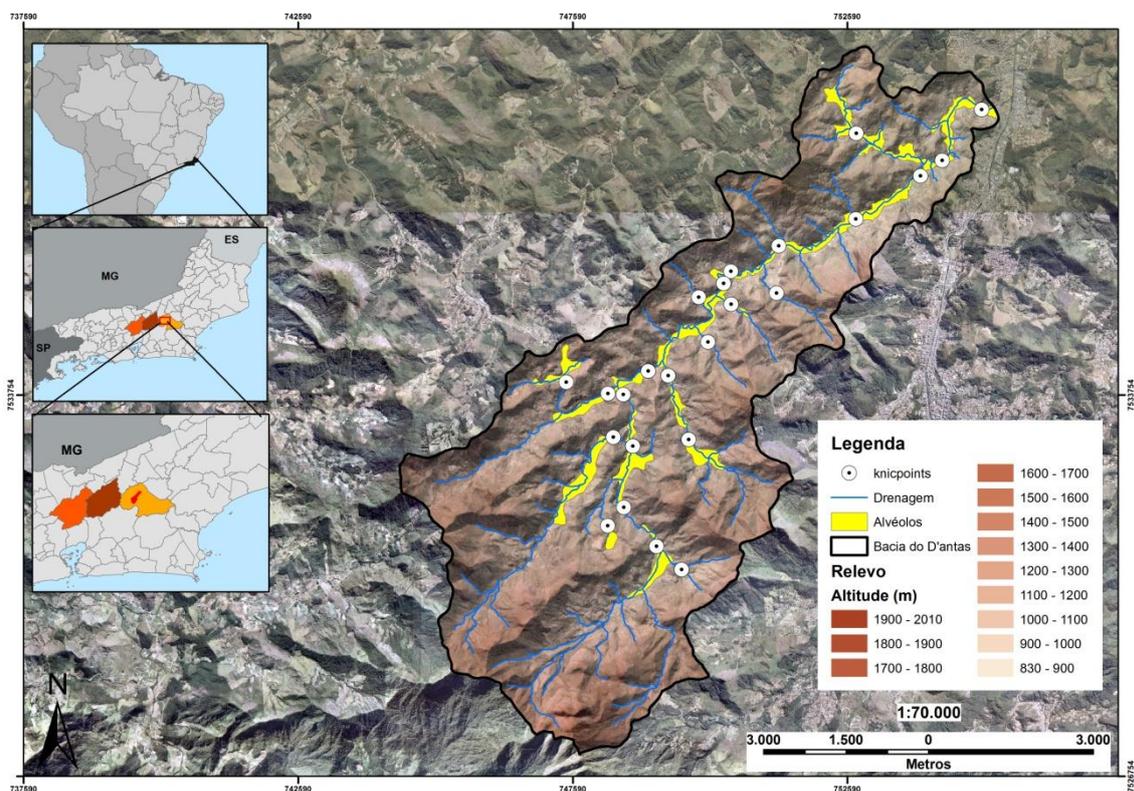


Figura 5: Mapa da distribuição espacial dos alvéolos na bacia do Córrego d'Antas

A corrida de massa na bacia do Córrego d'Antas

A bacia do Córrego d'Antas foi bastante flagelada pelas chuvas ocorridas entre os dias 11 e 12 de janeiro que desencadearam inúmeros movimentos de massa. Devido à complexidade dos fatores condicionantes e tipologia destes movimentos, a bacia do Córrego d'Antas foi definida como área de estudo para reconhecimento desses fenômenos. De acordo com os dados disponibilizados pelo INEA, a chuva na região chegou a atingir, aproximadamente, 279 mm. em 48 horas, 118 mm. e 161 mm. nos dias 11 e 12 respectivamente. Além disso, destacam-se os picos de chuva em pequenos intervalos de tempo, como os 22 mm. em 15 minutos registrados pela estação olaria.

Não seria exagerado afirmar que todo o canal principal do Córrego d'Antas foi afetado, seja pela corrida de lama – *mudflow*, seja pelas enchentes em leito maior excepcional – *waterflow*, desde as proximidades de sua nascente, na cota 1150 m., até a sua confluência com o rio Bengalas, na cota 850 m., já na zona urbana de Nova Friburgo. Por conta disto, o movimento de massa, com 8 km. de extensão e largura máxima de 100 m., causou a destruição de centenas de casas e provocou diversas mortes. No mapa a seguir, podemos observar a distribuição espacial dos deslizamentos e fluxos ocorridos na bacia (figura 6).

A corrida originou-se a partir de material oriundos de inúmeros deslizamentos em suas encostas, a maioria rasos planares no contato solo rocha. Na cabeceira da corrida principal percebem-se diversos deslizamentos rasos planares que contribuíram para o aporte de material no fluxo que seguiu vale abaixo. Destaque deve ser dado a dois deslizamentos maiores, observados na cabeceira, que provavelmente iniciaram o movimento (figura 7).

Moradores reportam dois momentos de chuvas intensas que geraram dois pulsos, o primeiro à 1h da manhã e o segundo às 4 h. da manhã, que demonstram o ritmo do seguimento do material pelo fundo de vale. Boa parte deste material era composto de solos aluvionares de granulometria fina – areia e argila - e, por isso, não houve mobilização de blocos ao longo da corrida, somente na cabeça do movimento onde alguns blocos foram transportados por no máximo 20 metros.

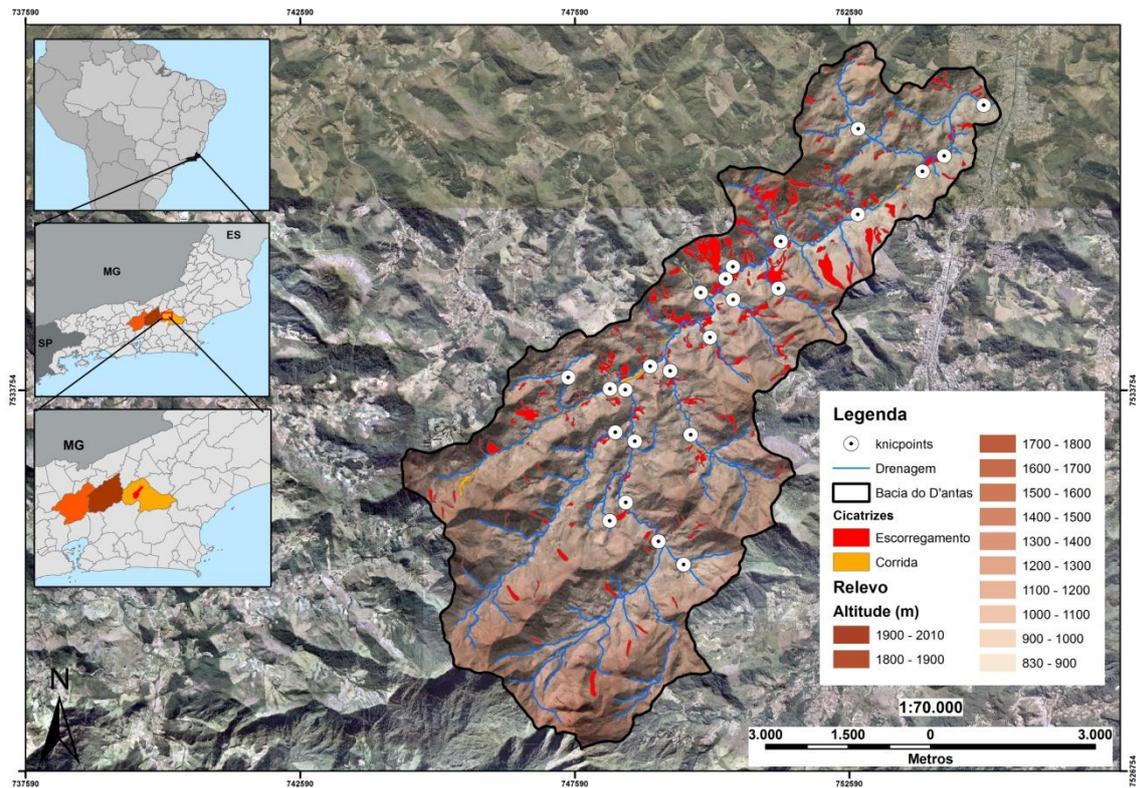


Figura 6: Mapa da distribuição espacial das cicatrizes do Córrego d'Antas.



Figura 7: Imagem de Satélite mostrando as duas cicatrizes, localizadas na cabeceira, que contribuíram para a formação da corrida – Fonte: Google Earth.

Através de trabalhos de campo, pode-se perceber a existência de outros movimentos do tipo corrida apresentando extensões consideráveis em vales contribu-

antes do canal principal do Córrego d'Antas, como foi o caso dos movimentos no sítio Natureza, no Vale do Cardinot e no Vale do Paraíso (figura 8).

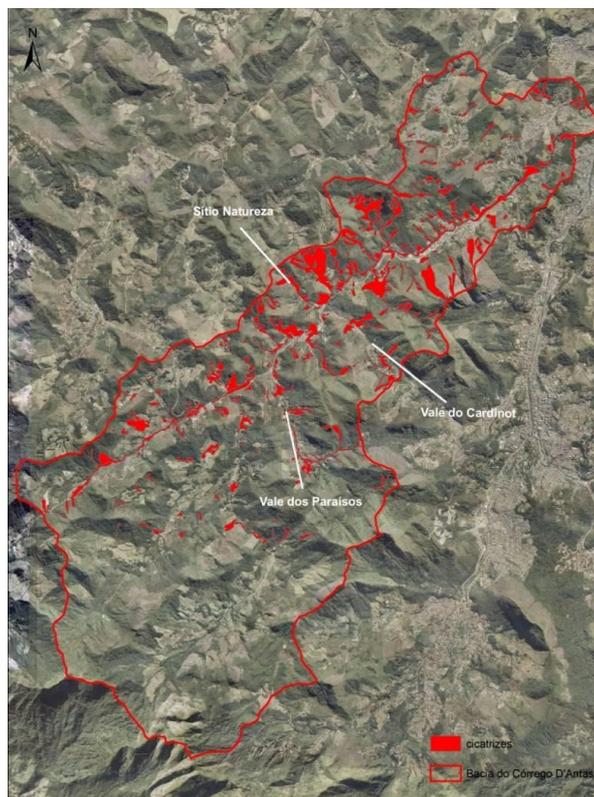


Figura 8: Localização dos vales contribuintes ao canal principal também bastante impactados

Estas corridas dos afluentes ao canal principal apresentam características distintas da corrida do canal principal, como o envolvimento de blocos no fluxo da corrida. De maneira geral, foram originados a partir de movimentos rasos planares, que ganharam densidade e viscosidade com aporte de material oriundo das encostas laterais em direção ao eixo de drenagem. Contudo, estes materiais ficaram represados por estrangulamentos topográficos – *knickpoints*, não chegando a atingir o eixo do canal principal (figura 9). Portanto, a contribuição dos movimentos nestes vales para a corrida do canal principal foi a de água e sedimentos em suspensão.

Na altura do Sítio Natureza, médio curso do Córrego d'Antas, com o aumento da velocidade ao longo do canal, a corrida passou a erodir o material do fundo do leito do rio e inúmeros blocos foram removidos e outros exumados. Contudo, esses blocos não foram transportados e, sim, exumados do fundo do leito do rio, o transporte não ocorreu possivelmente pelo fato de a densidade do fluxo não ser suficiente para carregar os blocos. De acordo com Bigarella e Meis (1965), estes

blocos arredondados e depositados em leitos de rios podem estar relacionados à movimentos de massa pretéritos que foram soterrados por movimentos recentes, percebe-se esta característica pelo alinhamento dos blocos indicando fluxos e pela granulodecrescência do material. A ocorrência dos blocos exumados ocorreu, principalmente, no médio curso do córrego (figura 10).



Figura 9: Corrida do Sítio Natureza com represamento de blocos antes de atingir a corrida do eixo de drenagem principal

No baixo curso do córrego, o fluxo da corrida perdeu energia de transporte que pode ter sido influenciada pela topografia como, também, pelo represamento próximo à confluência com o Rio Bengalas. Este represamento promoveu enchente a montante do mesmo, bem como, a deposição de sedimentos que foram transportados pelo fluxo. Neste ambiente, poucas foram as contribuições de escorregamentos das encostas para o eixo principal, porém, vale ressaltar neste ponto, a contribuição dos escorregamentos do maciço montanhoso Duas Pedras (figura 11). Portanto, pode-se dizer que o baixo curso do Córrego d'Antas caracteriza-se como um ambiente de baixa energia o que pode ter contribuído na ocorrência de enchente e deposição de material envolvido na corrida.



Figura 101: Blocos exumados do fundo do leito do rio



Figura 11: Vista aérea do escorregamento ocorrido no Duas Pedras

Análise dos condicionantes geomorfológicos

Devido à sua funcionalidade no represamento de fluxos e materiais, os *knickpoints*, em casos de eventos extremos exercem então papel fundamental no transbordamento dos rios. Isto pode ser evidenciado, pelo fato de que ao longo de seu curso, o Córrego d'Antas apresenta sequência de alvéolos interrompidos, por

esses níveis de base locais, que represam água e sedimentos à montante. O papel dos *knickpoints*, neste sentido, seria de “gargantas naturais” ou estrangulamentos uma vez que fazem com que a capacidade dos rios de escoamento rápido à descarga “anormal” seja reduzida.

Somado a isso, o entulhamento dos sedimentos carregados na corrida nestes pontos de singularidade hidráulica comprometem ainda mais o escoamento das drenagens. Além de represar água, esta feição teve funcionalidade na segregação dos materiais envolvidos na corrida, uma vez que foi evidenciada uma granulodécrescência dos materiais envolvidos da cabeceira em direção ao baixo curso do Córrego d’Antas.

Em trabalhos de campo, foi observado no baixo curso que o represamento de água e a baixa energia de transporte neste local fizeram com que os sedimentos em suspensão fossem depositados de acordo com a ocorrência dos estrangulamentos, e em alguns locais as enchentes chegaram a atingir 4 metros de altura (figura 12).



Figura 12: Detalhe da marca do nível d’água na casa, aproximadamente a 4 metros.

Os alvéolos foram bastante impactados na corrida, visto que o fluxo se deu ao longo dos mesmos. Neste caso, a maior parte das residências e construções estava distribuída sobre os alvéolos. Grande parte das moradias foi afetada pelo fluxo

originado subsequente as intensas chuvas e a corrida em si e, em muitos casos a lama invadiu as casas soterrando as pessoas que ali residiam. Se o material envolvido na corrida fosse predominantemente blocos, o impacto poderia ter sido consideravelmente maior. Além disso, as enchentes se dão nestas porções do relevo, devido ao fato desses locais serem interrompidos pelos níveis de base locais onde ocorre o represamento de água, transbordando do canal fluvial para a planície de inundação e, em alguns casos, chegando a atingir o terraço fluvial (figura 13).



Figura 13: Alagamento originado por um estrangulamento do relevo afetando o alvéolo a montante

Em relação à influência das encostas de geometria côncava no desencadeamento de escorregamentos, foi constatado que apenas 17% das cicatrizes ocorreram nas áreas côncavas, o que contrapõe as propostas de Meis, Moura e Silva (1981). Há de ser feita uma ressalva em relação ao dado acima, uma vez que muitas alterações foram feitas no relevo representadas pelas intervenções antrópicas, como o corte de taludes para a construção de estradas e até mesmo para a ocupação. Além disso, a ocorrência de granitos isotrópicos promove a ocorrência de morros do tipo “pães de açúcar” na paisagem de encostas convexas, o que pode influenciar neste resultado. Portanto, pesquisas mais apuradas devem ser feitas em relação aos dados apresentados para análise da influência da geometria das encostas.

Considerações finais

No Megadesastre da Região Serrana, as entradas das chuvas tiveram papel fundamental na ocorrência dos deslizamentos. Apesar de apresentar um sítio geomorfológico vulnerável aos movimentos de massa, os deslizamentos em Nova Friburgo tiveram, como um dos fatores deflagradores principais, as chuvas. Destacam-se as intensidades das chuvas em curto intervalo de tempo na madrugada do dia 12 que podem ter contribuído na deflagração dos deslizamentos.

Apesar de ter sido classificada preliminarmente como uma corrida de lama – *mud flow* – segundo classificação proposta por Fernandes e Amaral (1996), os materiais envolvidos na mesma variam de tamanho. Contudo, o material grosseiro – representado pelos blocos – foi pouco transportado e, quando ocorreu se deu por poucos metros. Boa parte dos blocos movimentados ficou retida nos estrangulamentos e *knickpoints* ao longo do canal, sendo os sedimentos argilo-arenosos em suspensão o principal tipo de material transportado, o que justifica a classificação de corrida de lama.

A partir da análise dos condicionantes geomorfológicos, pode-se dizer que os movimentos de massa da bacia do Córrego d’Antas foram influenciados pela morfologia do relevo. De acordo com os dados obtidos, os *knickpoints* foram importantes não só na ocorrência de enchentes, mas, também, na segregação de materiais. Com o barramento do fluxo, ocorreu, também, o represamento do material mais grosseiro, onde somente os sedimentos e argila em suspensão foram transportados para jusante do córrego. Diante disso, seria interessante os estudos da rede drenagem reguladas por níveis de base locais, uma vez que estes, podem corresponder como níveis de dissecação do relevo, onde os processos erosivos e agradacionais irão interagir. Um estudo futuro que poderia ser realizado consiste na investigação da relação entre a geologia e a ocorrência de *knickpoints*.

Referências

AB’SABER, A. N. O sítio urbano da cidade de São Paulo. In: AZEVEDO, A. (Org.). **A cidade de São Paulo**: estudo de geografia urbana. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958. P. 169-243. (Coleção Brasileira, 14).

_____. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo: Ateliê, 2003.

BIGARELLA, J. J.; MEIS, M. R. M. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvios e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 16/17, p. 153-197, 1965.

CHRISTOFOLETTI, A.. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 415-441.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 93-148.

EIRADO SILVA, L. G.; DANTAS, M. E.; COELHO NETTO, A. L. Condicionantes litoestruturais na formação de níveis de base locais ("*knickpoints*") e implicações geomorfológicas no Médio Vale do rio Paraíba do Sul. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 3., 1993, Rio de Janeiro. **Atas...** Rio de Janeiro: UERJ, 1993. p. 96-102.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Eds.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996. p. 123-194.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 149-209.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C.; TROUW, R. A. J.; JANASI, V. A. **Província Mantiqueira**. *In*: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (Orgs.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 203-236.

JONES, F. O. **Landslides of Rio de Janeiro and the Serra das Araras Escarpment, Brazil**. Washington: United States Government, 1973. (Geological Survey Professional Paper, 697).

LAMEGO, A. R. **O Homem e a Serra**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1963. (Setores da Evolução Fluminense, 4).

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Fluvial processes in Geomorphology**. São Francisco, W. H. Freeman, 1964.

MEIS, M. R. M.; XAVIER DA SILVA, J. Considerações geomorfológicas a propósito dos movimentos de massa ocorridos no Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, 1968. p. 55-73.

MEIS, M. R. M.; MOURA, J. R.; SILVA, T. O. Os "complexos de rampa" e a evolução das encostas no planalto sudeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 3, 1981. p. 605-615.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiental. *In*: Guerra, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia do Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 351-388.

SAADI, A. A geomorfologia como ciência de apoio ao planejamento urbano em Minas Gerais. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7.; FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 1., 1997, Curitiba. **Anais...** v. 2. Curitiba: UFPR, 1997. p. 1-3.

STERNBERG, H. O. Enchentes e movimentos coletivos do solo no Vale do Paraíba em dezembro de 1948: influência da exploração destrutiva das terras. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, 1949. p. 223 – 261.

Recebido em abril de 2013;

aceito em maio de 2013.