



**A Influência da Geologia nos Estudos dos Movimentos de
Massa Ocorridos na Região de Nova Friburgo em 2011, Estado do Rio de Janeiro**
The Influence of Geology in Studies of
Mass Movements in Nova Friburgo Region in 2011, Rio de Janeiro State

Leandro Ribeiro Luz de Barros¹; Rodrigo Vinagre Cintra da Costa¹ & André de Souza Avelar²

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia,
Av. Athos da Silveira Ramos, 274. Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21941-916, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia,
Av. Athos da Silveira Ramos, 274. Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21941-916, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
E-mails: leandrorlbarros@gmail.com; rodrigogeologo@yahoo.com.br; andre.avelar@globo.com

Recebido em: 18/10/2017 Aprovado em: 15/11/2017

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2017_3_377_385

Resumo

A área da bacia hidrográfica do Córrego Dantas, localizada em Nova Friburgo, região serrana do Estado do Rio de Janeiro, está inserida em parte de um importante orógeno do sudeste do Brasil, a Faixa Ribeira Central. Essa região apresenta um histórico de movimentos de massa catastróficos relacionados à precipitações extremas. O evento mais importante ocorreu em janeiro de 2011, sendo noticiado pela ONU como um dos maiores eventos climáticos extremos no mundo e o maior já registrado no Brasil. Deste modo, torna-se relevante o estudo da geologia em escala de detalhe dessa área sobre o ponto de vista geotécnico, seja pelas rochas, pelas estruturas e pelo contraste topográfico. Para tanto as rochas da região foram cartografadas e pelo menos seis unidades litológicas foram reconhecidas. Dentre as estruturas geológicas existentes nessa área, as fraturas se destacam para estudos relacionados a movimento de massa. Por isto, para melhor compreender a arquitetura dessas fraturas, foram escolhidos três afloramentos, onde aplicou-se o método de Davis, que visa quantificar as fraturas de modo que seja possível calcular a densidade e a penetrabilidade das mesmas nesses afloramentos. Obteve-se como resultado a identificação de duas famílias principais de fraturas tectônicas, ambas com alto ângulo de mergulho para SE e NE, predominando aquelas para SE. Além disto, foi constatado que as fraturas de alívio mergulham aproximadamente 20° para NW, quando a rocha não apresenta foliação tectônica, já quando tem foliação o ângulo de mergulho varia de 20 a 60° NW. O estudo sugere que a rocha que mais influenciou os deslizamentos foram os gnaisses, pois são rochas mais deformadas e fraturadas da área. Isso facilitou sua alteração intempérica, produzindo um solo arenoso rico em quartzo com pouca matriz argilosa. O granito equigranular fino/médio não apresenta tantas fraturas e não tem foliação tectônica. A petrografia mostrou uma forte alteração dos cristais de feldspatos, principalmente plagioclásio, para mica branca, o que provavelmente colaborou para a ocorrência de deslizamentos ocorridos nesta litologia.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica Córrego Dantas; Foliação tectônica; Fratura de alívio; Método de Davis

Abstract

The area of Dantas Basin, located at Nova Friburgo, mountain region of the state of Rio de Janeiro, is part of an important orogen in southeastern Brazil, the Central Ribeira Mobile Belt. This region has a history of catastrophic mass movements events related to extreme precipitation. The most important event occurred in January 2011 as the largest ever recorded in Brazil noticed by ONU as one of the biggest extreme climate events in the world. The study of the geology on a detailed scale in this area becomes relevant from the geotechnical point of view, considering the rocks, structures and topographic contrast. For this, the rocks in the area were mapped and at least six lithologies were recognized. Among the existing geological structures in the area, fractures stand out for studies related to mass movement. In order to better understand the architecture of these fractures three outcrops were chosen, where the method of Davis was applied. This method aims to quantify fractures in order to calculate the density and the level of penetration in the outcrops. As a result, two main families of tectonic fractures were identified, both with a high dip angle to SE and NE, mainly to SE. In rocks without tectonic foliation, sheet joints dip about 20° to NW, while in foliated rocks the dip angle ranges from 20° to 60° to NW. The study suggests that the rock that most influenced the landslides is the gneiss. The equigranular fine/medium-grained granite does not show many fractures and has no tectonic foliation. Under microscope, primary feldspars, mainly plagioclase, present conspicuous alteration to white mica, and this process was probably important to the occurrence of landslides in this lithology.

Keywords: Dantas Basin; Tectonic foliation; Sheet joint; Method of Davis

1 Introdução

Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU) no período entre os anos de 1900 e 2000 o crescimento no número de desastres naturais foi de 56% (UNISDR, 2004). No Brasil, os tipos de desastres naturais mais frequentes são as inundações e os movimentos de massa, com 61,8% e 15% dos registros, respectivamente. Os bancos de dados globais indicam que houve um significativo aumento na frequência de desastres naturais, principalmente depois da década de 1950. Há praticamente um consenso de que esse fato deve-se à grande vulnerabilidade e exposição da população a esses eventos, principalmente aquelas moradias situadas em áreas de risco (Marcelino *et al.*, 2006). Os grandes desastres naturais ocorridos na década de 1990 superaram em três vezes os eventos da década de 1960 (UNISDR, 2004).

Os movimentos de massa são processos naturais que ocorrem no mundo com frequência anual e que se destacam pelos grandes danos sociais e econômicos. Esse fenômeno natural é influenciado por fatores geomorfológicos, geológicos, pedológicos, hidrológicos, climáticos e pela cobertura e uso do solo. Entre as variáveis geomorfológicas, a declividade e as curvaturas vertical e horizontal da topografia das encostas são consideradas importantes

condicionantes para a ocorrência desse processo, uma vez que estão diretamente relacionadas com a velocidade de deslocamento e à concentração/dispersão de sedimentos (Lopes *et al.*, 2011), porém estas condições são muito influenciadas pela geologia do terreno.

Nos dias 11 e 12 de janeiro de 2011, uma precipitação anômala desencadeou uma série de movimentos de massa na Região Serrana do Rio de Janeiro. Esses movimentos de massa, denominados pelo DRM e pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) como “Megadesastre da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro”, promoveram significativas alterações da paisagem em Nova Friburgo, como, por exemplo, na região do Córrego d’Antas, que teve um alargamento de sua calha (de 3,5 metros para 8,0 metros) e sofreu um forte assoreamento (Dias & Lima, 2012).

Neste trabalho, a partir dos dados obtidos em campo através do mapeamento geológico de detalhe, foi possível obter informações para a definição das áreas suscetíveis e na avaliação das áreas atingidas por esse tipo de desastre natural na região serrana fluminense, e assim propor ações que possam minimizar os danos dos desastres naturais, tanto em termos financeiros, quanto em perdas de vidas humanas. A área de estudo corresponde

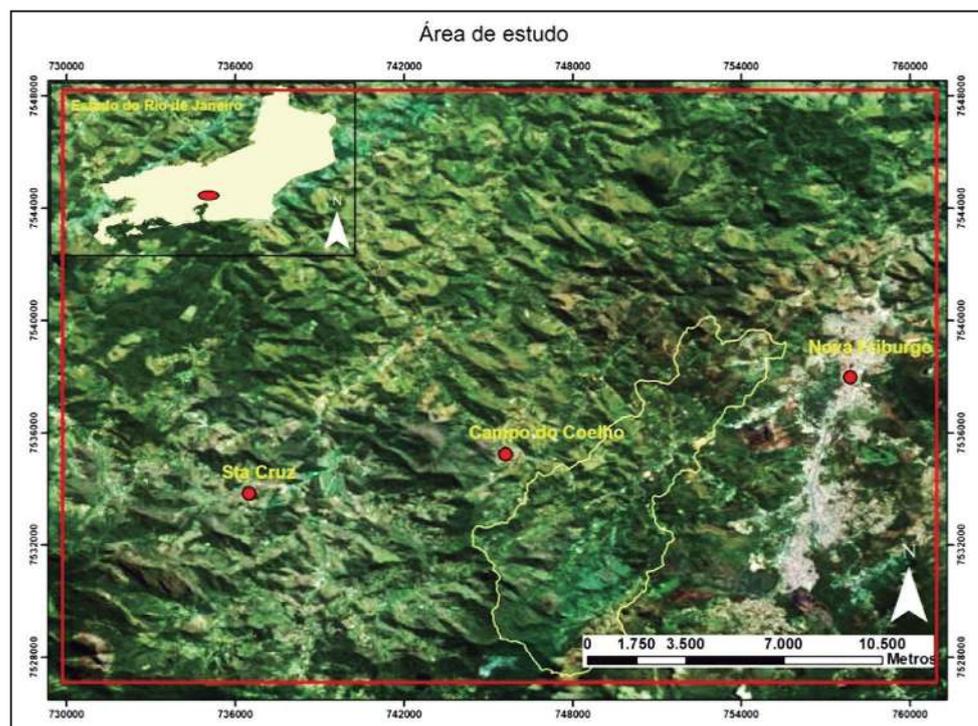


Figura 1
Localização da
área de estudo.

à Bacia Hidrográfica do Corrego d'Antas no município de Nova Friburgo e a uma pequena parcela do município de Sumidouro, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, que por sua vez está inserida na Serra do Mar, destacada pela recorrência de movimentos de massa, portanto de reconhecida vulnerabilidade ambiental (Figura 1).

1.1 Síntese da Geologia da Região Serrana/Segmento Central da Faixa Ribeira

A compartimentação tectônica da Faixa Ribeira estabelecida no seu setor central compreende quatro terrenos tectono-estratigráficos Ocidental, Oriental, Paraíba do Sul/Embú e Cabo Frio (Heilbron *et al.*, 2004; Trouw *et al.*, 2000). Neste setor, os dois primeiros terrenos são separados por uma zona de cisalhamento complexamente dobrada (Limite Tectônico Central-LTC) com mergulhos subverticais a moderados para NW na porção centro-sul do estado, e mergulhos para SE na porção noroeste. Já o limite basal do Terreno Cabo Frio é representado por uma zona de cisalhamento de baixo ângulo, com mergulho para SE (Tupinambá *et al.*, 2000). Os três primeiros terrenos foram amalgamados entre ca. 605 e 570 Ma (Heilbron & Machado, 2003), enquanto que Terreno Cabo Frio foi acrescido ao final da colagem orogênica, em ca. 530-510 Ma (Schmitt *et al.*, 2005). O Terreno Ocidental corresponderia à paleoplaca inferior (Placa Sanfranciscana), e o Terreno Oriental a placa superior, na qual se instalou o arco magmático responsável pela colisão Arco/Continente e está inserida a região serrana fluminense. Para leste, por trás do Terreno Oriental, o fechamento do espaço back-arc resultou na colisão com a paleoplaca do Terreno Cabo Frio.

2 Materiais e Métodos

A metodologia utilizada na realização do trabalho foi a usualmente aplicada à confecção de mapa geológico a partir de campanhas de campo, além da coleta de amostras para o preparo de lâminas delgadas, posteriormente analisadas ao microscópio. A análise de fraturas contou com a aplicação do método de Davis (1984). Este método consiste no levantamento de fraturas por inventário, através de círculos com diâmetro definido (neste trabalho: 1m), centrados em uma linha sobre os afloramentos de rocha, espaçados a cada 1,5m

entre os centros dos círculos. No interior destes círculos, as fraturas, classificadas por gênese, são medidas, obtendo-se tanto suas orientações como comprimentos. A abundância de fraturas de um dado afloramento é descrita pela densidade de fraturas, calculada dividindo-se o número total de fraturas de todos os círculos pela área total dos círculos e a penetratividade calcula-se dividindo o somatório dos comprimentos de todas as fraturas de todos os círculos em metros pela área total dos círculos.

Equações utilizadas no Método de Davis:

$$Dn = \frac{NF}{A} \quad (1)$$

$$DL = \frac{L}{A} \quad (2)$$

Onde: Dn é a densidade de fratura em $\#/m^2(1)$; DL é a penetratividade $m/m^2(2)$; NF é o número total das fraturas de todos os círculos; A é o somatório das áreas dos círculos em metros; L é o somatório dos comprimentos de todas as fraturas de todos os círculos em metros.

Três afloramentos foram selecionados, um de ortognaisse e dois de granito (Figura 2), seguindo critérios da disponibilidade do espaço físico para utilização do método, já que são traçados vários círculos no afloramento, e por fim a segurança pessoal para aplicação deste método “*in loco*”.

2.1 Afloramento 1

Está situado em um corte de estrada na rodovia RJ-130 sentido Teresópolis – Nova Friburgo (Figura 3). Trata-se de afloramento de ortognaisse do Complexo Rio Negro que ocorre encaixado na unidade Ortognaisse granítico/granodiorítico do Batólito Serra dos Órgãos, talvez representando um megaxenólito.

A rocha é marcada por uma foliação tectônica bem desenvolvida mergulhando aproximadamente 40° para NW. Além disso, ocorrem tanto fraturas tectônicas como de alívio. As fraturas tectônicas compõem pelo menos três famílias distintas, uma predominante mergulhando em alto ângulo para SE, e outras duas em menor proporção mergulhando tanto para NE quanto para SW, também com alto

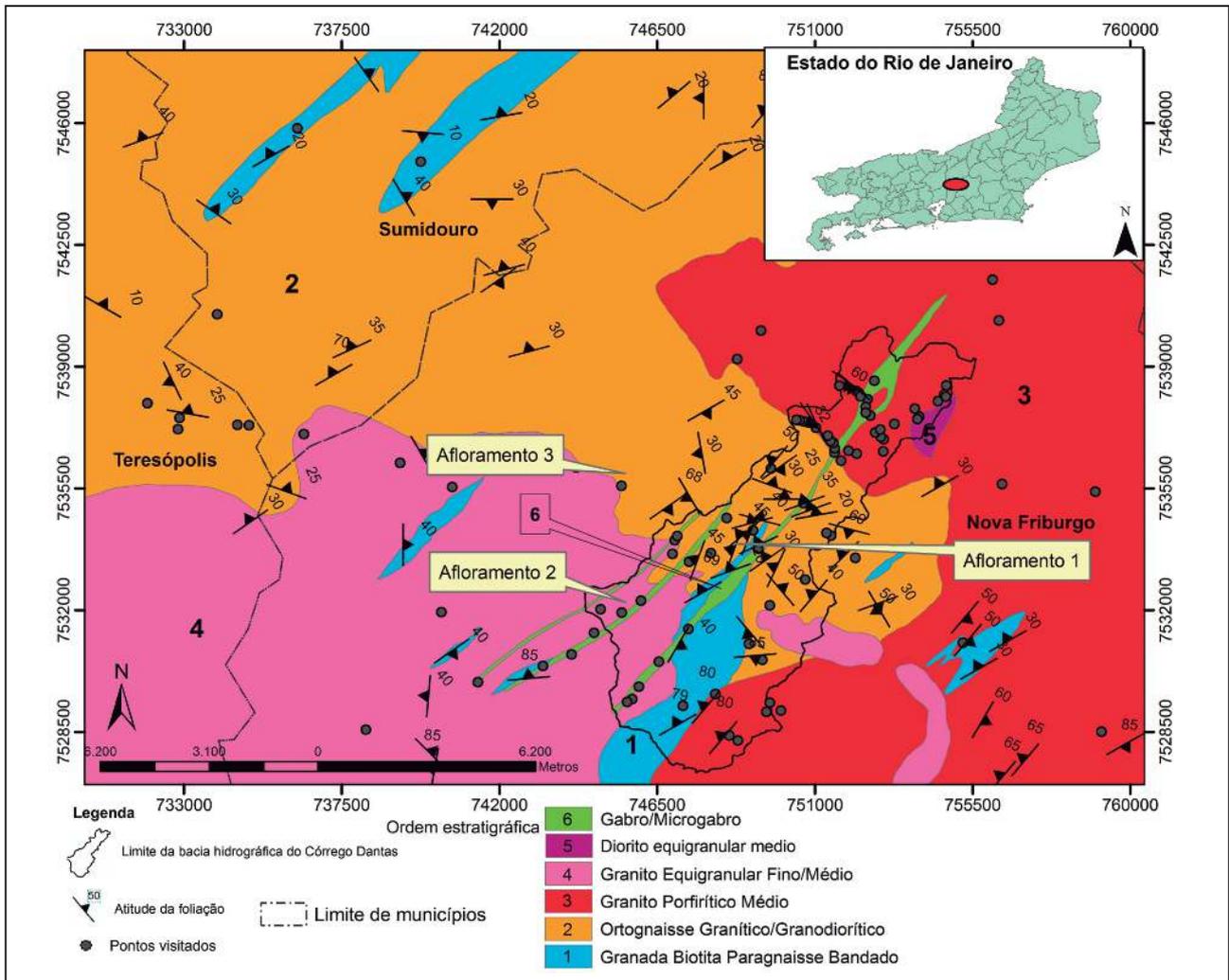


Figura 2 Localização dos afloramentos estudados no mapa geológico elaborado.



Figura 3 Afloramento do ortognaisse na RJ-130 sentido Teresópolis – Nova Friburgo. Os círculos traçados têm 1 m de diâmetro e estão espaçados 1,5 m de seus respectivos centros.

ângulo. As fraturas de alívio mergulham para NW normalmente com um ângulo próximo ao da foliação, contudo, há também mergulhos com ângulos menores (Figura 4). Foram traçados 23 círculos, e aplicando-se as equações do método de Davis, obteve-se como resultado a densidade de faturamento (DN) e a penetrabilidade (DL) com os valores $9,24/m^2$ e $4,62m/m^2$ respectivamente.

2.2 Afloramento 2

Trata-se de afloramento da unidade Granito equigranular fino/médio, que possui estrutura maciça e em exame preliminar macroscópico não mostra um avançado estado de alteração intempélica, contudo microscopicamente observou-se forte alteração por substituição do plagioclásio por carbonato (Figura 5) e/ou mica branca.

Foram traçados 22 círculos sobre uma superfície exposta em forma de lajedo com cerca

de 80m encosta abaixo. O resultado obtido foi $DN=5,38/m^2$ e $DL=3,62m/m^2$.

As fraturas quando existentes facilitam, e muito, a percolação de água, seja ela superficial ou freática, promovendo alteração química dos minerais primários além de formarem pequenos canais interiores que culminam na saída de água, como visto por exemplo na Figura 6.

A Figura 7 ilustra a interseção de três fraturas distintas no topo da encosta: a de alívio, sendo interpretada como a própria superfície exposta, e as outras duas são fraturas tectônicas com alto ângulo de mergulho, uma mergulhando para NE e a outra para SE.

Esta interseção juntamente com elevados índices pluviométricos torna evidente a participação dessas fraturas no desprendimento ocorrido no topo da encosta e o conseqüente escorregamento de massa.

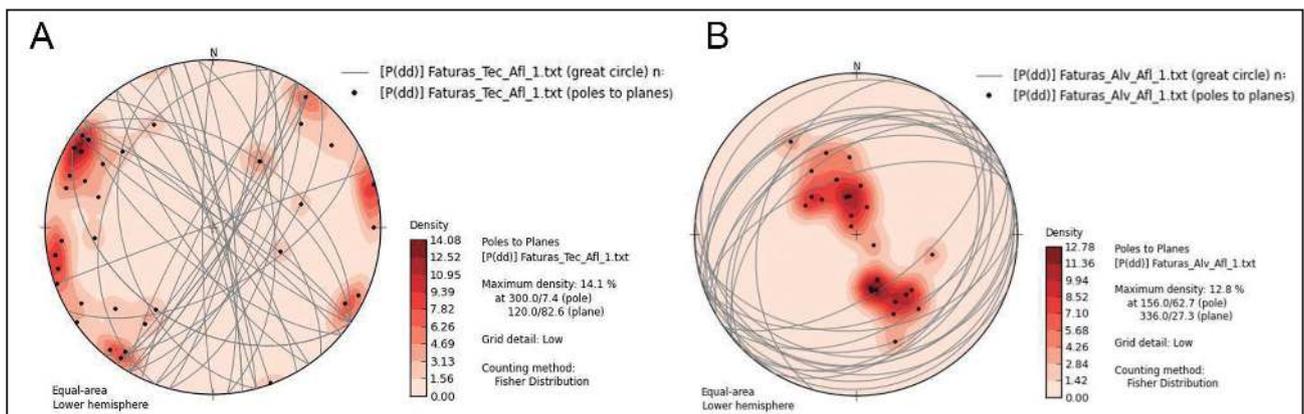


Figura 4 Stereogramas (DIP/DIP) mostrando o comportamento das fraturas no afloramento 1. A - Fraturas tectônicas: percebe-se três famílias de fraturas, predominando a que mergulha para SE com alto ângulo; B - Fraturas de alívio mergulhando para NW.

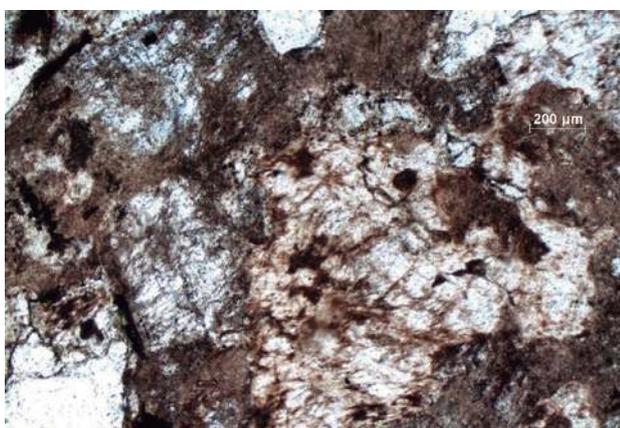


Figura 5 Imagem de lâmina delgada do granito equigranular (nicóis cruzados) aonde se observa o avançado grau de alteração do plagioclásio para carbonato dando o aspecto sujo nos cristais.



Figura 6 Saída de água por uma fratura de alívio no granito equigranular.

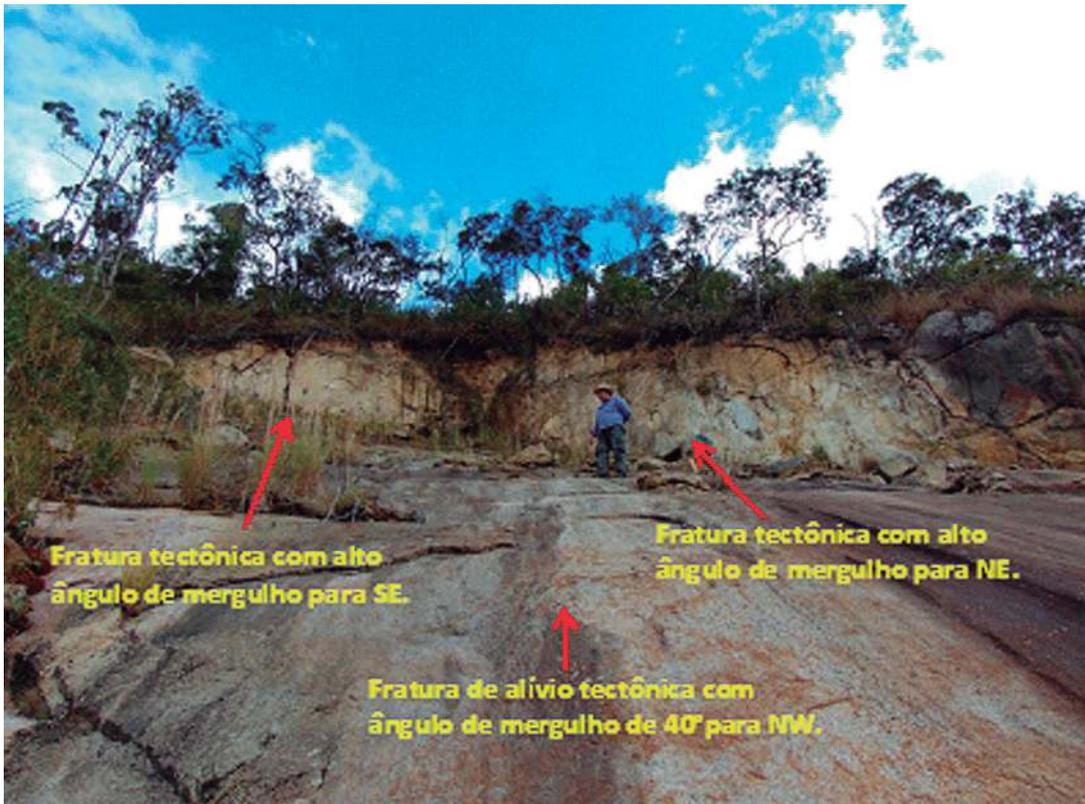


Figura 7 Interseção das fraturas de alívio e tectônicas no topo da encosta.

2.3 Afloramento 3

A rocha deste afloramento é o granito equigranular fino/médio contendo enclaves do ortognaisse granítico/granodiorítico e de diorito equigranular médio (Figura 8). Foram traçados 15 círculos tendo como resultado o valor de 7,30/m² para densidade de fraturas (DN) e 3,80m/m² para penetrabilidade (DL).

A maior parte das fraturas tectônicas medidas compõem duas diferentes famílias, uma

mergulhando para SW em alto ângulo e outra para NE com ângulos moderados. Já as fraturas de alívio mergulham para NW com baixo ângulo (Figura 8).

3 Resultados da Aplicação do Método de Davis

O ortognaisse do Afloramento 1, apesar de ocorrência local, se comporta mecanicamente da mesma maneira que o ortognaisse predominante na região (Unidade Ortognaisse granítico/granodiorítico). É uma das unidades de mapeamento

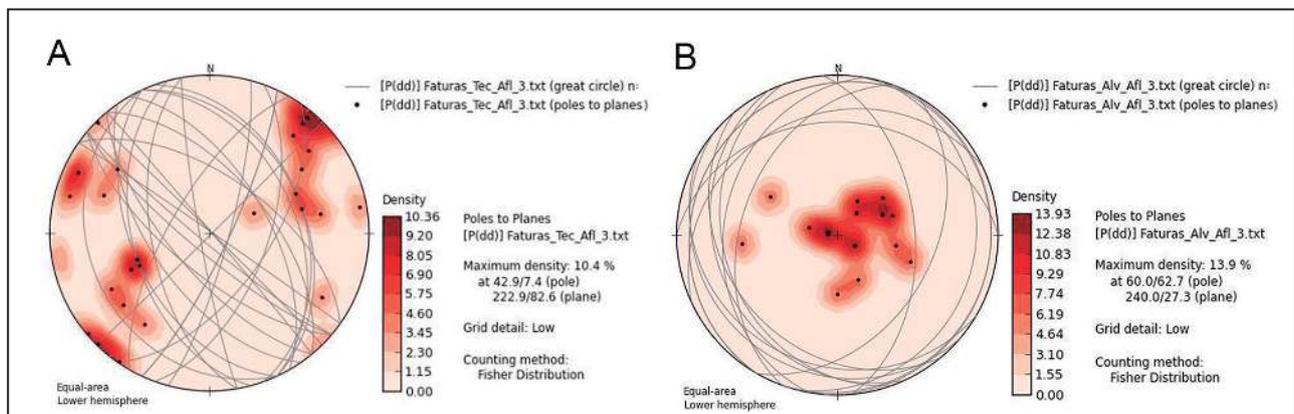


Figura 8 Estereograma (*DIP/DIP*) mostrando o comportamento das fraturas no afloramento 2. A - Fratura tectônica; família predominante que mergulha para SW com alto ângulo; B – Fratura de alívio mergulhando para NW com baixo ângulo.

mais antigas da área e, portanto, uma das mais afetadas por processos tectônicos e intempéricos, resultando na maior densidade e penetratividade de fraturas dentre os afloramentos estudados (Tabela 1). Esta série de superfícies penetrativas e contínuas, como foliações e fraturas, colaboram para uma grande percolação de água, acelerando assim os processos intempéricos e erosivos.

O Afloramento 2 foi o que apresentou os menores valores tanto de densidade como de penetratividade das fraturas (Tabela 1), contudo houve significativos deslizamentos nesta unidade e isto se deve provavelmente à infiltração das águas superficiais nas fraturas (Figura 6), que por sua vez acentua os processos de alteração e a consequente erosão das rochas em seus planos e faixas de influência. Outro fator que colaborou efetivamente nos deslizamentos ocorridos na litologia deste afloramento foi sua associação mineralógica, uma vez que esta rocha está repleta de mica branca secundária formada a partir dos feldspatos. Isto provavelmente se deu pela percolação de fluidos não muito quentes. Estas micas são mecanicamente mais frágeis e os carbonatos mais solúveis em água, seja ela meteórica ou freática, levando ao desmantelamento tanto mecânico quanto químico da rocha.

O Afloramento 3 apresentou um elevado índice de densidade de fratura ($7,30/m^2$) contra $5,38/m^2$ do Afloramento 2, embora a litologia seja praticamente a mesma - Granito equigranular fino/médio. A diferença aqui se deve à presença significativa de enclaves do ortognaisse granítico/granodiorítico e diorito equigranular médio. Logo, são esses enclaves que contribuem com as altas densidades de fraturamento, mas também contribuem na preservação do relevo, já que são rochas mais resistentes mecanicamente ao intemperismo.

	Afloramento 1	Afloramento 2	Afloramento 3
(DN) densidade de fraturas	$9,24/m^2$	$5,38/m^2$	$7,30/m^2$
(DL) penetratividade	$4,62/m^2$	$3,62 m/m^2$	$3,80 m/m^2$

Tabela 1 Densidade e penetratividade das fraturas.

4 Conclusões

As rochas que constituem a crosta, na região, foram submetidas a esforços tectônicos compressivos e transcorrentes de grande intensidade no Proterozóico. Após a última etapa destes

processos, houve reativação tectônica distensiva no Terciário, quando ocorreram os grandes falhamentos de caráter regional com direção geral NE-SW, que deram origem à Serra do Mar. O sistema estrutural principal é dado por fraturas subverticais com direção NW-SE e NE-SW que ocorrem na área mapeada. Essa expressiva movimentação tectônica que afetou a crosta terrestre na região em diversos períodos geológicos provocou esses fraturamentos ao longo de planos de foliação e/ou xistosidade das rochas pré-existentes. As estruturas presentes na região provavelmente exercem algum tipo de controle nas redes de drenagem, já que a própria bacia do Córrego d'Antas segue o rumo NE-SW.

Além das rupturas de origem tectônica já tratadas, outras associadas a movimentos isostáticos da crosta e aos processos erosivos intensamente atuantes são também importantes dentro do contexto estrutural da região, pois representam sistemas de juntas de alívio de tensão em rochas xistosas e/ou foliadas, e de diáclases em rochas homogêneas de natureza granítica. O substrato rochoso contribui com as suas características litológicas e estruturais para uma maior ou menor suscetibilidade a movimentos de massa. As rochas com foliação ou faturamento, quando expostas, são comumente geradoras de problemas de deslocamentos.

A presença da interseção de fraturas (tectônicas e alívio), como mostrado na Figura 7 (Afloramento 2), também contribuiu para o desprendimento de blocos, além da alteração diferencial das rochas por meio da percolação de água.

Ao fazer-se uma análise nas seis unidades litológicas da área, exibidas na Figura 2, alguns aspectos relevantes do ponto de vista geotécnico podem ser apontados:

No Granada Biotita Paragnaisse Bandado, apesar de ser a mais antiga litologia da área mapeada, não houve ocorrência de deslizamento por estar localizado nos fundos de vale.

No Ortognaisse Granítico/Granodiorítico, assim como nas outras litologias, encontramos um solo abundante em quartzo e pobre em argila. Porém, por ser um dos corpos rochosos mais antigos é um dos mais afetados pelo tectonismo colisional, fazendo com que tenha uma característica distinta das demais rochas. Sendo assim, ocorrem nas rochas desta unidade uma série de superfícies penetrativas e contínuas, como foliações e fraturas, que colaboraram para uma grande percolação de água, acelerando os processos intempéricos e erosivos. O método de Davis (1984) aplicado nesse corpo rochoso confirma

tal interpretação, visto que foi onde foram obtidos os maiores valores de fraturas e penetrabilidade.

No Granito Equigranular Fino/Médio, apesar de não haver foliação tectônica e apresentar um valor da densidade de fratura (DN) e penetrabilidade (DL) menor que no Ortognaisse Granítico/ Granodiorítico, foram registrados deslizamentos. Isto provavelmente se deve à substituição dos cristais primários de feldspatos, principalmente plagioclásio, para mica branca e carbonatos secundários, que em presença da água se torna altamente solúvel.

Um comportamento similar foi observado na unidade Granito Porfírico Médio, o que explica em parte o porquê desta unidade ter tido um alto índice de deslizamentos, assim como no ortognaisse.

No Diorito Equigranular Médio não houve registro de deslizamento. Isto se deve ao fato de ser a

unidade mais jovem, não apresentando qualquer tipo de deformação dúctil, já que possui uma estrutura maciça isotrópica, mas também por ser uma unidade de pouca expressão na área mapeada.

A unidade Gabro/ Microgabro ocorre em blocos sempre arredondados por esfoliação esferoidal e imersos em solo de coloração escura, normalmente roxo, sendo possivelmente correlacionados a corpos tabulares. Não foram encontrados registros de deslizamento nesta unidade.

Ao sobrepor o mapa de deslizamentos ocorridos na área de estudo, mapa esse elaborado pelo Laboratório de Geo-hidroecologia da UFRJ (GEOHECO), com o mapa geológico fica evidente, como vemos na Figura 9, que a rocha que mais influenciou os deslizamentos foi o Ortognaisse Granítico/ Granodiorítico. Isto corrobora os

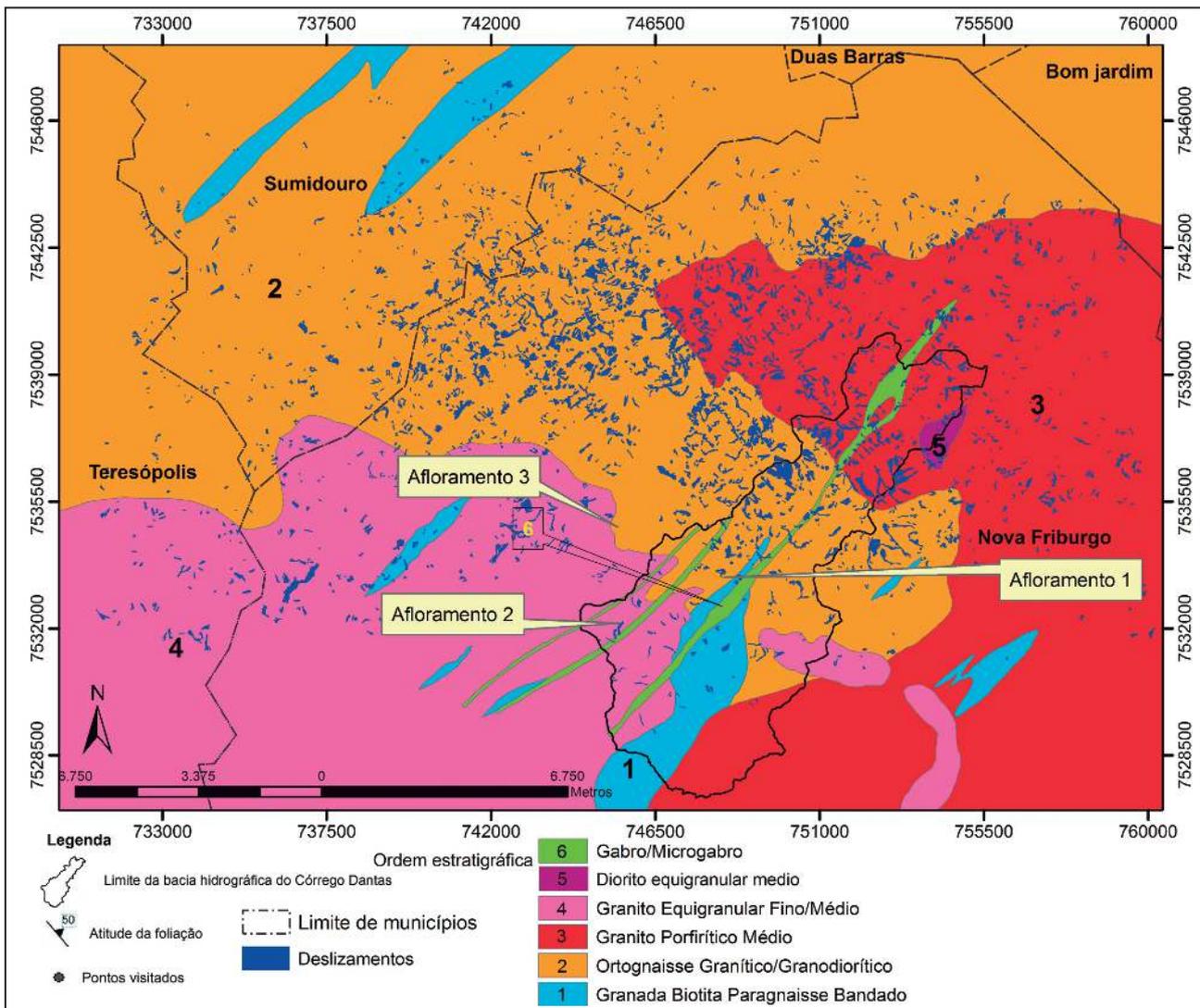


Figura 9 Deslizamentos sobrepostos na litologia mostrando que a maior ocorrência se deu no ortognaisse granítico/granodiorítico.

resultados da aplicação do método de Davis (1984), já que esta unidade foi a que apresentou a maior densidade de fratura (DN) e penetratividade (DL) nos afloramentos analisados.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro, ao GEOHECO por disponibilizar o mapa das cicatrizes dos deslizamentos.

6 Referências

- Davis, G.H. 1984. Structural Geology of Rocks and Regions. J. Wiley & Sons, New York, 492 p.
- Dias, L.F. & Lima, P.H.F. 2012. Mapeamento da espacialidade dos deslizamentos no município de Nova Friburgo – RJ. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9, Rio de Janeiro, 2012. *Anais*.
- Heilbron, M.; Pedrosa-Soares, A.C.; Campos Neto, M.; Silva, L.C.; Trouw, R.A.J. & Janasi, V.C. 2004. A Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R. & BRITO NEVES, B.B. (Eds.). *O Desvendar de Um Continente: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Editora Beca Produções Culturais Ltda, p. 203-234.
- Lopes-Namikawa-Reis. 2011. Risco de escorregamentos: Monitoramento e alerta de áreas urbanas nos municípios no entorno de Angra dos Reis - Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 13, São Paulo, 2011. *Anais*. São Paulo: ABGE, (1), DVD.
- Machado, N. & Heilbron, M. 2003. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira orogen (SE Brazil). *Precambrian Research*, 125(1): 87 - 112.
- Marcelino, E.M.; Nunes, L.H. & Kobiyama, M. 2006. Banco de dados de desastres naturais: Análise de dados globais e regionais. *Revista Caminhos de Geografia*, 6(19): 130 – 149.
- Schmitt, R.S.; Guerra, J.V.; Skrepnek, C.C.; Stanton, N.S.G.; Mohriak, W.U. & Trouw, R. 2005. Tectonic evolution of the offshore islands of Cabo Frio Tectonic High, southeastern Brazilian continental margin from Cambrian to Recent. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 10, Curitiba, 2005. *Resumos expandidos*, Curitiba, X SNET, p. 84-86.
- Tupinambá, M. 1999. *Evolução tectônica e magmática da Faixa Ribeira na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 221p.
- Tupinambá, M.; Heilbron, M. & Teixeira, W. 2012. Evolução Tectônica e Mágica da Faixa Ribeira entre o Neoproterozoico e o Paleozoico Inferior na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro*, 35(2): 140-151.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). 2004. Living with risk - focus on disaster risk reduction. In: Living with risk: A global review of disaster reduction initiatives. Genebra: United Nations, p.1-33.
- Trouw, R.A.J.; Heilbron, M. ; Ribeiro, A.; Paciullo, F.V.P.; Valeriano, C.M.; Almeida, J.C.H.; Tupinambá, M. & Andreis, R.R. 2000. The central segment of the Ribeira Belt. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, Rio de Janeiro, 2000, p. 287-310.