

DIAGNÓSTICO DOS DESLIZAMENTOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO A PARTIR DAS CHUVAS DE ABRIL DE 2010: ESTUDO DE CASO DO MORRO DOS PRAZERES

Fellipe Figueiredo Silva¹; Hugo Alves Soares Loureiro²; Thiago Souza Silveira³

RESUMO

Tecnicamente, são dois os problemas estruturais crônicos das regiões metropolitanas brasileiras relacionados às chuvas: deficiências na macrodrenagem urbana – considerando, em escala regional, todo o sistema de infra-estrutura hidráulica para o escoamento flúvio-pluvial – e a ocupação e uso irregulares do solo urbano, sobretudo em áreas ambientalmente frágeis há muito estudados pela geomorfologia. Entretanto, o leque de problemas específicos é ainda maior, conforme a ilustrativa situação de colapso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro nos primeiros dias úteis do mês de abril deste ano diante dos temporais que se seguiram. Em vista disso, o presente trabalho procura versar sobre os impactos ambientais das chuvas no que tange ao problema específico dos movimentos de massa, levando em conta o município do Rio de Janeiro na análise espaço-temporal do impacto pluvial e sua relação com a deflagração dos movimentos, em geral, e das condicionantes geológico-geomorfológicas dos movimentos, em particular, na aplicação do estudo de caso do Morro dos Prazeres entre os bairros de Santa Teresa e Rio Comprido. A natureza dos impactos pluviais não chega, em última análise, a ser dissonante das chuvas enfrentadas historicamente pela população carioca nos grandes temporais com totais pluviométricos acima dos 200 mm como o do atual.

Palavras-chaves: impactos pluviais urbanos; movimento de massa; condicionantes geomorfológicas; energia cinética da chuva; Morro dos Prazeres.

ABSTRACT

Technically, the Brazilian metropolitan regions have two chronic structural problems related to the rains: urban macrodrainage deficiencies – considering all the system of hydraulic infra-structure for rainfall and river flow, on a regional scale – and the irregular use and occupation of urban soil, especially in fragile environmentally areas, long studied by geomorphology. However, the range of specific problems is even greater, as the illustrative situation of collapse of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro in the early days of April, 2010, with the storms that followed. Because of it, this article seeks to relate about the environmental impacts of the storms, concerning to the specific problem of landslides, considering the city of Rio in the space-time analysis of the rain impact and its relation with the outbreak of the movements, particularly, in the applying the case study at Morro dos Prazeres, between Santa Teresa and Rio Comprido neighborhoods. The nature of the rainfall impacts doesn't come, in a final analysis, as dissonant as the rains historically faced by the population of Rio in the big rain events with total rainfall above of the 200 mm as the current event.

Key-words: rainfall urban impacts, landslides, geomorphological constraints, rainfall kinetic energy, Morro dos Prazeres.

Introdução

Os problemas decorrentes dos impactos das chuvas no ambiente urbano podem ser considerados sob três óticas distintas, pertencentes aos agentes sociais envolvidos: o ponto de vista técnico – proponente de ações mitigadoras a partir de investigações sobre o espectro das condicionantes dos desastres naturais e suas consequências; o ponto de vista dos atingidos –

¹ Graduando em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro – fellipefsilva@gmail.com

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ – hugogeogr@gmail.com

³ Graduando em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro – thiagosousilveira@yahoo.com.br

geralmente setores menos favorecidos da população, que não podem enfrentar os custos da moradia em áreas ambientalmente mais seguras ou beneficiadas por obras mitigadoras, conforme ressalta Coelho (2006); e o ponto de vista dos gestores públicos – que tendem a tomar decisões baseadas mais em custos e relações políticas do que levando em conta o aporte técnico para apoio à tomada de decisões.

Se por um lado, do ponto de vista técnico, o presente trabalho trata dos movimentos de massa, decorrentes dos eventos pluviométricos dos dias cinco e seis de abril deste ano na cidade do Rio de Janeiro, por outro, não deixa de reconhecer o peso dos demais pontos de vista na dinâmica própria de mitigação dos problemas estudados.

Amaral e Feijó (2007) reforçam a ideia de que no campo técnico há uma grande dificuldade de se reunir conhecimento profundo sobre características, condicionantes e perspectivas dos deslizamentos em áreas urbanas, considerando, sobretudo, a evolução da ocupação desordenada do solo. Sendo assim, as tarefas de documentação e de investigação, abordadas por Fernandes e Amaral (2006), tornam-se essenciais para subsidiar a estruturação e operacionalização de planos estratégicos para redução dos riscos de acidente.

Outros dois quesitos, norteadores do diagnóstico dizem respeito à suposta “excepcionalidade” do impacto pluvial – posta pelo senso comum como uma chuva de grandes proporções – e ainda, sobre a correlação entre a intensidade da chuva e seus picos com os deslizamentos ocorridos.

Já os aspectos particulares pretendem analisar as condicionantes geológico-geomorfológicas do deslizamento e a forma de ocupação que se deu naquela encosta, favorecendo um esclarecimento da situação local, que põem os bairros de Santa Teresa e do Rio Comprido numa posição de destaque na susceptibilidade e mesmo, na ocorrência de deslizamentos significativos ao longo dos registros de áreas de risco, vide Amaral e Feijó (2007).

Considerando os diferentes aspectos gerais e particulares supracitados, é objetivo nosso tentar levantar outras possibilidades além da relação de causa e efeito entre os fatores contribuidores da deflagração do deslizamento com o histórico de sensibilidade da paisagem local para eventos dessa natureza.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo – Levando em conta o recobrimento espacial do sistema frontal que deu origem aos eventos chuvosos procurou-se limitar uma área de interesse no município Rio de Janeiro e, dentro desta, um estudo de caso representativo. Neste caso, prezou-se a

magnitude dos acidentes na área central da cidade. A área representativa selecionada foi o Morro dos Prazeres localizado entre os bairros de Santa Teresa e Rio Comprido, onde a deflagração de um movimento de massa incorreu em uma tragédia de 30 óbitos. A Figura 1 expressa não só a localização do evento como permite identificar elementos imprescindíveis para a execução do trabalho como a forma da encosta e o material envolvido.

Croqui referente à porção NE da Carta Geotécnica do Município do Rio de Janeiro - Morro dos Prazeres

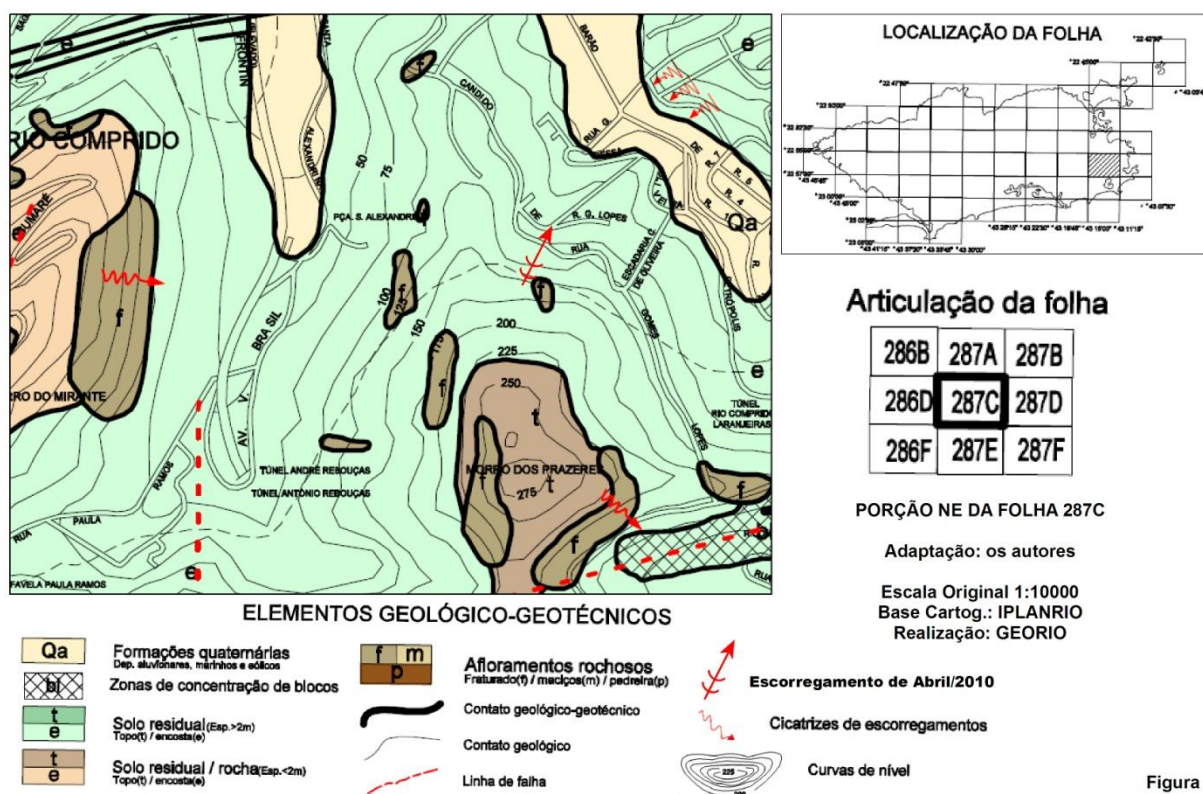


Figura 1

Metodologia – Para se proceder a análise do impacto pluvial, a fim de refutar o censo comum de que o evento fora excepcional – em relação ao volume total de chuva ter sido acima das possibilidades – e sobre a relação possível entre o impacto da chuva e a deflagração do deslizamento foram feitas as seguintes etapas:

- 1) Verificação dos dias mais chuvosos e especialmente mais abrangentes do sistema frontal de entrada no domingo (04/04/2010) por meio do registro sinótico de dados pluviométricos das 32 estações do serviço AlertaRIO mantido pela Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro (GEORIO);
- 2) Os dados de volume de precipitação (mm) do período selecionado foram transformados em intensidade de chuva (mm/h) para correlacioná-los aos movimentos

de massa de acordo com os pressupostos sustentados por Augusto Filho e Virgili (1998);

- 3) Com base nos valores de intensidade de chuva e nos níveis apresentados pelo próprio AlertaRIO procurou-se precisar a energia despendida pela chuva, já que a intensidade enquanto unidade de medida representa apenas a velocidade da massa d'água precipitada e pouco informa sobre o impacto na superfície dos terrenos atingidos. Nesse sentido, utilizou-se a Equação de Wischmeier e Smith (Guerra, 2007), que apesar de ter origem nos parâmetros de erosividade da chuva, pode fornecer uma boa aproximação para a mensuração da energia cinética liberada a partir da intensidade horária. Outra vantagem é que os valores de energia cinética da chuva são dados por uma unidade que relaciona energia em joules (j) com unidade de área, metro quadrado (m²), com volume precipitado (mm), fornecendo uma base matemática para sustentação da interpolação das medidas em Sistema de Informação Geográfica. Isso responde pela possibilidade de espacialização dos valores na superfície representativa a do município do Rio de Janeiro apresentada na Figura 2 em dois horários.
- 4) Concomitantemente, procurou-se selecionar as estações pluviométricas do sistema de alerta mais próximas ao estudo de caso no Morro dos Prazeres para detalhar o impacto pluvial nessa área da cidade. Os horários de maior pico – às 18 horas do dia 05/04/2010 e a 01 hora do dia 06/04/2010 (Fig.2) – foram selecionados com base na posição em que ocuparam em função do desvio ao valor de energia equivalente à uma precipitação de 50 mm/h de intensidade, ou seja, 26,70 j/m²/mm, ilustrada no Gráfico 1.
- 5) Sobre os efeitos do ritmo da chuva na escala local, estimou-se o comportamento por meio das três estações de referência discretizadas na Figura 2 e Gráfico 1 que se encontram relativamente próximas ao Morro dos Prazeres, sendo a mais próxima delas a de Santa Teresa mesmo. Sobre os critérios para a estruturação do sistema de alerta segundo fatores de escala e representação espacial, consultar Amaral e Feijó (2007). Já os critérios de avaliação do evento pluviométrico, classificado como significativo para as correlações entre chuvas e acidentes geológico-geotécnico, guiaram-se por D'Orsi *et al.* (2000), sobretudo no que tange ao início do evento, tendo as condições atendidas e validadas.

Mapas da energia cinética da chuva de 5 a 6/abril/2010 em dois horários selecionados.

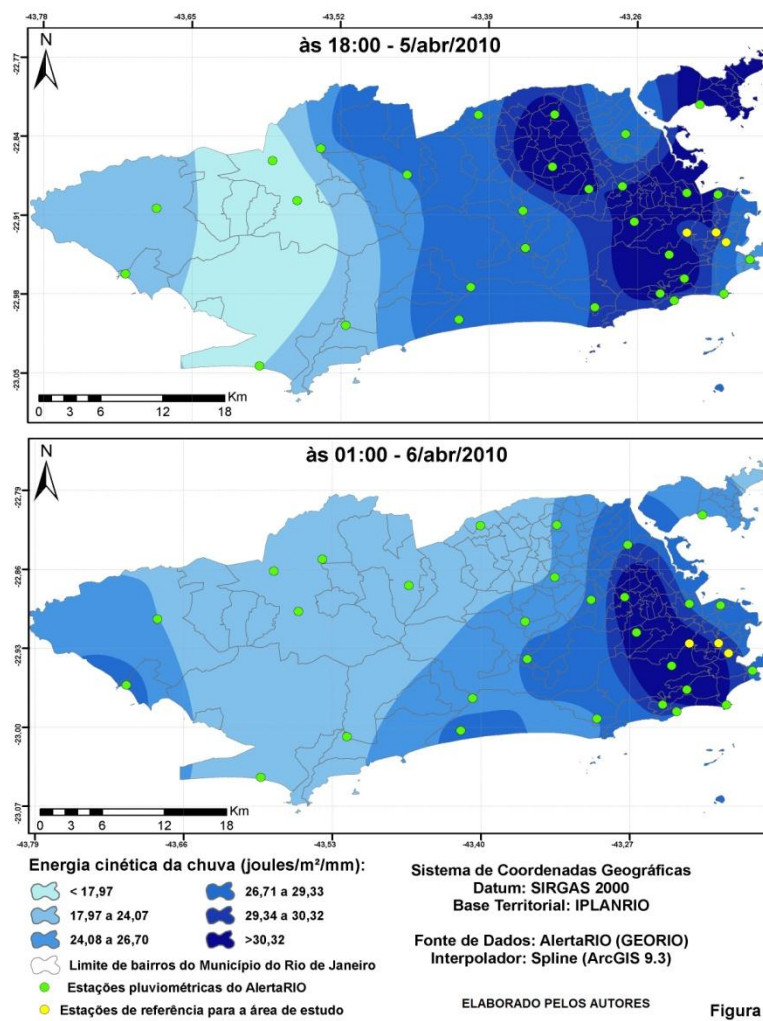
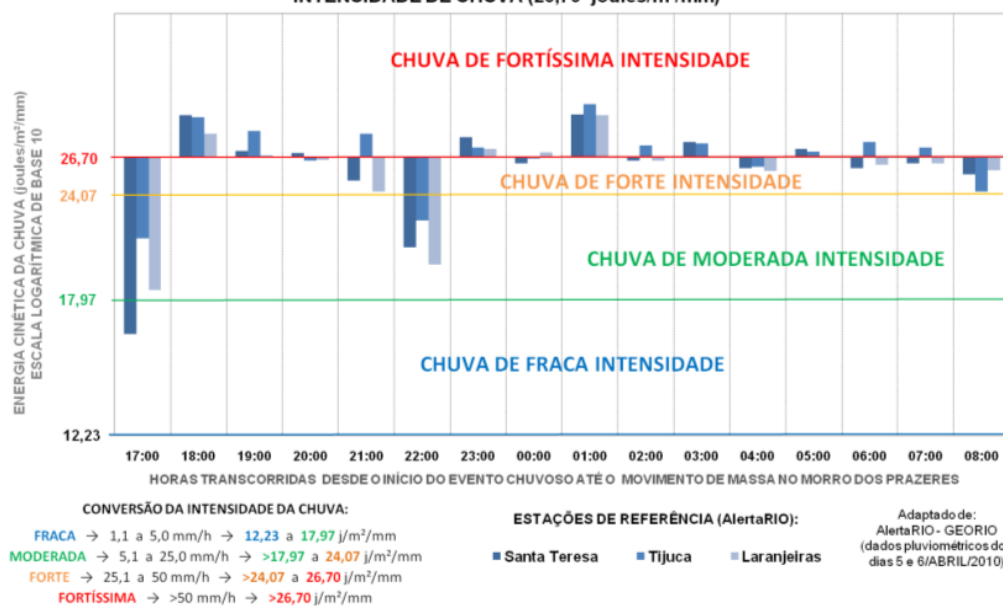


Figura 2

DESVIOS DOS VALORES DE ENERGIA CINÉTICA EM RELAÇÃO AO EIXO EQUIVALENTE A 50 mm/h DE INTENSIDADE DE CHUVA (26,70 joules/m²/mm)



Fonte: os autores

Gráfico 1

Para a investigação do deslizamento em detalhe seguiu-se o sistema de documentação proposto em Fernandes e Amaral (2006), além do próprio sistema classificatório, onde os conceitos empregados para designar os diferentes tipos de movimentos de massa também foram levados em conta. Detalhes coletados em campo, com base no boletim de deslizamentos proposto, foram reunidos na Tabela 1, catalogando informações utilizadas em outros esquemas de representação do trabalho, como o horário da ocorrência (base para o período selecionado no Gráfico 1), por exemplo.

O incidente foi classificado como escorregamento translacional dado à forma e o padrão de ruptura, que segundo Fernandes e Amaral (2006), tendem a ser para próximas a uma forma planar acompanhada de descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas existentes no interior do material como podem ser visualizadas na Fig. 3, subsequente ao boletim apresentado.

Prancha de fotos do movimento de massa do Morro dos Prazeres



Foto aérea: REUTERS/Sérgio Moraes(09/abr/2010) ; Demais fotos: os autores

Figura 3

BOLETIM DE DESCRIÇÃO DO DESLIZAMENTO

DATA DA OCORRÊNCIA: 06/04/2010.

HORA: aproximadamente às 8 horas da manhã (segundo relato dos moradores)

LOGRADOURO: Morro dos Prazeres (Área de Planejamento I da Prefeitura) – ruas atingidas:

Rua Gomes Lopes – CEP: 20241-410 – R.A. SANTA TERESA

Rua Cândido de Oliveira – CEP: 20261-115 – R.A. RIO COMPRIDO

COORDENADAS:

Latitude: 22° 55' 51,6" S / Longitude: 43° 12' 13,5 W

Declividade (do trecho entre ruas): 29° / Orientação do deslizamento: NE – SW

MAPAS GEOTÉCNICOS OFICIAIS:

1) Carta Geológico-Geotécnica do Município do Rio de Janeiro na escala 1:10.000 – Folha: SF. 23-Z-B-IV-4-SO-C – Executor: GEORIO – Ano:1997.

2) Mapa de Áreas de Risco a Escorregamentos do Município do Rio de Janeiro – Executor: GEORIO – Ano:1988 – Última atualização: 2005.

TIPO DE OCORRÊNCIA: Escorregamento Translacional

VOLUME DE MATERIAL DESLIZADO: ainda não precisado – trabalhos de remoção em andamento

PREJUÍZOS: cinco casas de alvenaria com perda total no ato do deslizamento e duas outras na remoção de material.

VIDAS: 30 óbitos – Relatório da Defensoria Pública do Estado do Rio de Janeiro (13/04/2010).

PROVIDÊNCIAS ATUAIS:

1) Interdição de moradias em risco de desabamento – Realização: Defesa Civil/RJ

2) Obras públicas de remoção dos entulhos, moradias condenadas e estabilização da encosta – Realização: Instituto Estadual do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (INEA)

3) Cadastramento de famílias atingidas para programas sociais (Aluguel Social) – Secretaria Municipal de Assistência Social (SMAS)

Fonte: os autores

Tabela 1

Por fim, foram feitas análises de estados e limites de consistência para a amostra indeformada de material terroso coletado próximo ao topo do deslizamento, em área não ocupada a fim de identificar como o material tende a se comportar geotecnicaamente. Foram feitas as análises dos limites de plasticidade (L.P.), pegajosidade (L.Peg.) e liquidez (L.L.), além da plotagem matemática das mesmas nos limites estabelecidos pelo gráfico de plasticidade de Casagrande. As indicações metodológicas para esses limites constam em Almeida (2005) e Embrapa (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A situação atual não pode ser entendida dissociada da história da ocupação urbana do município. O espaço urbano atua como um derivador do clima, que vai de micro a mesoescala, de acordo com Brandão (1992 e 1997), sendo a relação entre a cidade e o clima, mais que uma “coincidência”, mas uma relação antiga de adaptação do processo de uso e ocupação aos eventos climáticos de grandes proporções, recorrentes nos ambientes tropicais.

Ao analisar especificamente a situação do mês de abril na história do Rio de Janeiro, pode-se observar certo padrão de recorrência dos temporais no início do mês em questão. Registros muito antigos como o de 1756 (Brandão, 1997), que apesar de não contarem com mensurações sobre o volume precipitado, relata a gravidade do impacto dos temporais no início das tardes desse mês perdurando por dias e deixando a cidade, que naquele momento restringia-se ao que é hoje o núcleo central (bastante próximo da área de estudo atual), em calamidade sanitária e inundada.

Ainda com relação ao impacto pluvial, puderam-se analisar as intensidades das chuvas nos registros da estação climatológica principal da cidade, a partir de Brandão (1992), em 140 anos de dados. Identificou-se que o mês de abril ocupa posição de destaque para as precipitações superiores a 100 mm em 24 horas – segundo mês, depois de março, mais suscetível a ocorrência de precipitação nessa intensidade. Pois que, embora os eventos com frequência absoluta sejam baixos, quaisquer valores que venham apresentar intensidades superiores ao valor supracitado, tomam proporções relevantes no impacto sobre o solo.

Ainda que entre a intensidade da chuva e os deslizamentos não se tenha uma correlação direta, e até certa contrariedade levando em conta a distribuição mensal das ocorrências feitas a partir da série disposta pela GEORIO (Amaral e Feijó, 2007), há algumas possíveis relações a serem estabelecidas de acordo com Moreira e Pires Neto, 1998; Augusto Filho e Virgili, 1998:

- 1) A chuva intensa contribui de fato para a deflagração de deslizamentos, sobretudo vinculada com “estacionamento” de frentes frias com regime de chuvas contínuas – No presente caso o sistema frontal chegou à capital no dia 04/04 à tarde com algumas pancadas, e no dia 05/04, choveu fraco antes do evento. De qualquer forma, a deflagração só se deu na manhã do dia 06/04, quando o pior da chuva já havia passado.
- 2) O aumento da saturação do solo provoca uma diminuição na intensidade horária suficiente para o desencadeamento de deslizamentos, não em uma relação linear, mas sim, geométrica. – Chega-se, portanto, a uma relação de que tanto maior a umidade antecedente e menor for a suportabilidade deste solo a essa umidade, tanto menos chuvas intensas serão necessárias para saturá-lo. Apesar dos estados e limites de consistência foram obtidos os seguintes resultados apresentados na Tab. 2. Tais limites atestam que o material terroso é de natureza plástica, argilosa, com alta capacidade de compressão e pode ainda se comportar como um material pastoso aderente a

distintos tipos de superfície quando saturado. No conjunto, essas propriedades revelam que por ser um material predominantemente fino, tem uma coesão interna considerável, mas esta coesão pode ser perdida com o aumento da umidade. Nesse caso o material passa de um estado semi-sólido ao de moldabilidade, quando se torna plástico. Com o *input* de umidade pela intensa precipitação, 17 horas depois do início da chuva torrencial, o material pode ter não só se tornado compressível e plástico, como também, aderente, motivo pelo qual as estruturas acima (casas, vias, postes) não puderam resistir ao solapamento, causando os estragos e óbitos que se sucederam.

Limites de consistência da amostra de material terroso das imediações do topo do movimento de massa.			
LIMITE DE PLASTICIDADE (L.P.) ABNT - NBR-7180/84	LIMITE DE PEGAJOSIDADE (L.Peg.) EMBRAPA (1997)	LIMITE DE LIQUIDEZ (L.L. Normalizado) $LLi = Hi / (1,419 - 0,3\log N)$ ABNT - NBR 6459 / 84 e BRP	GRÁFICO DE PLASTICIDADE DE CASAGRANDE
Teor de Umidade em três ensaios: (1)28,17% (2)26,88% (3)26,81% Média dos ensaios: 27,29% Validação estatística: $\pm 5\%$ da média = $\pm 1,36$ 25,93 < 27,29 < 28,65 condição aceita! L.P. = 27,29% PLÁSTICO	Teor de Umidade em três ensaios: (1)37,96% (2)37,24% (3)36,93% Média dos ensaios: 37,37% Validação estatística: $\pm 2\%$ da média = $\pm 0,75$ 36,62 < 37,37 < 38,12 condição aceita! L.Peg. = 37,37% ADERENTE	Teor de Umidade (W%) em cinco ensaios: (N golpes) (1)55,89% → 16 (2)53,69% → 22 (3)54,31% → 27 (4)53,07% → 32 (5)49,71% → 36 Validação estatística: Diagrama de W % por N golpes com reta interpolada em pelo menos três valores a 25 golpes condição aceita! L.L. = 52,20 %	Limites: Linha A → $L.P.reta = 0,73 \times (LL\% - 20)$ acima = solos argilosos abaixo = solos siltosos Linha B → $LLreta = 50\%$ direita = solos compressíveis muito plásticos esquerda = solos pouco compressíveis de baixa a média plasticidade $L.P.reta = 0,73 \times (52,20 - 20) \sim 23,51\%$ $L.P.amostra > L.P.reta \rightarrow$ ACIMA $LLamostra > LLreta \rightarrow$ DIRETA ARGILOSO, COMPRESSÍVEL E MUITO PLÁSTICO
Fonte: os autores			Tabela 2

- 3) Os índices pluviométricos críticos para a deflagração dos deslizamentos variam com o regime não só da infiltração no terreno, mas também das dinâmicas das águas superficiais e subterrâneas no maciço e o tipo de instabilização causada.
- Sobre o aspecto do ritmo, retorna-se ao próprio Graf.1, onde é possível perceber que diante do desvio de energia cinética no período analisado há uma manutenção do ritmo com que a chuva impacta a superfície, implicando na dinâmica própria das águas superficiais, que com muita energia, mas tendem para o escoamento superficial do que para a infiltração, como avalia Guerra (2007). Já em relação ao tipo de instabilização e sua abrangência no espaço urbano carioca, pôde-se perceber que não só os deslizamentos ocorridos nos arredores do Rio Comprido e de Santa Teresa, mas como também de toda a

faixa norte do Maciço da Tijuca foram afetados com energias bem acima de 26,70 j/m²/mm (atentando para a progressão em escala logarítmica), o que equivaleriam a chuvas de 115 mm/h naqueles momentos de pico.

O acompanhamento e a aplicação de parâmetros pluviométricos para correlação com os movimentos de massa são aqui tratados pelo fato de que, como bem lembra Augusto Filho e Virgili (1998), é mais fácil e barato o monitoramento desses parâmetros do que de níveis d'água e o grau de saturação dos taludes e encostas, por exemplo, e é este tipo de correlação que sustenta a aplicação de sistemas de alertas para chuva, num caráter de antecipação dos possíveis efeitos de uma torrente. Não se propõem aqui de forma alguma deixar de lado monitoramentos em campo, pelo contrário, o próprio feitio do trabalho demandou do mesmo, porém, essas técnicas devem ser vista como complementares, e não dissociadas.

Atentando-se para os aspectos ambientais dos deslizamentos apresentados por Amaral e Feijó (2007) em relação ao Rio Comprido e Santa Tereza pôde-se ter as seguintes informações: o Rio Comprido está entre os cinco bairros mais afetados por escorregamentos significativos por regiões da cidade e Santa Teresa está entre os dez; o bairro do Rio Comprido detém posição de destaque no Inventário de Escorregamentos Urbanos do Rio de Janeiro, já que o primeiro deslizamento urbano de larga escala do município ocorreu no Morro do Querosene em 1962, que também está localizado neste bairro.

Nesse sentido, há certa fragilidade associada ao ambiente desses bairros, mas essa fragilidade não pode ser tomada pelo ângulo da causalidade, e sim por que se deve a alguns fatores de ordem particular da ocupação desses bairros.

Na análise da Carta Geológico-Geotécnica da GEORIO (1997), de onde foi extraído o setor 287C para o croqui (Fig.1), grande parte das encostas apresenta elevadas declividades, dada a proximidade das curvas de nível, e são recobertas por materiais na ordem de ± 2 m de espessura (solos residuais), com predominância para os de menor espessura. A porção da encosta onde houve o escorregamento translacional, com efeito, constituía uma área de convergência de fluxo, uma concavidade, apresentada na carta pelo lineamento das curvas de nível em planta. A declividade que foi possível de ser extraída em campo, entre os logradouros atingidos era de 29°, ou seja, as áreas a montante do logradouro mais abaixo não poderiam ser edificadas, sob o risco de comprometerem suas estruturas, o que de fato ocorreu.

Para além dos dados técnicos, outras relevantes informações devem ser citadas. Em pesquisa aos documentos oficiais ligados ao deslizamento, encontrou-se também a seguintes situações:

- 1) O Mapa de Áreas de Risco a Escorregamentos do Município do Rio de Janeiro, conforme citado no Boletim de Descrição do Deslizamento (Tab. 1), teve sua última atualização em 2005, contrariando todo o princípio de instalação de um sistema de alerta e prevenção, já que, toda a base espacial de planejamento das áreas de risco está desatualizada.
- 2) Apesar de terem sido realizadas vistorias técnicas nos locais condenados pela Defesa Civil, dois documentos de domínio público encomendados pela Defensoria Pública do Estado do Rio de Janeiro (13/04/2010 e 25/04/2010) apontam para irregularidades no processo de vistoria. Essa situação é incongruente com a concepção de mitigação dos impactos ambientais urbanos, mas reforça os argumentos de Coelho (2006) que considera que a questão ambiental não pode ser vista somente pela ótica técnica, mas também pela ótica das relações políticas que de fato administram o espaço urbano;

CONCLUSÃO

- 1) O mês de abril ao longo da história de ocupação do município compreende um importante período de recorrência de chuvas de elevado volume e força. Esse padrão acabou por se manter com o impacto pluviométrico atual, que apesar de bastante intenso, confirma a tendência histórica para o mês, com registros superiores a 100 mm em 24h de tempos em tempos.
- 2) O papel das precipitações no *input* de matéria e energia no solo foi decisivo para a deflagração dos deslizamentos na cidade, sobretudo na porção central e no entorno imediato do Maciço da Tijuca, aonde se dá a maior parte da ocupação do sítio urbano. Pode-se confirmar essa proposição a partir da análise do volume das precipitações e a energia cinética da chuva interpolada às áreas mais escuras dos mapas na Fig.2, que compreende os espaços mais atingidos, envolvendo ainda, a área de estudo.
- 3) Uma hipótese que se coloca aqui para a explicação do conjunto das condicionantes geológico-geomorfológica da área de estudo é a de que o afloramento rochoso fraturado encontrado próximo ao início do deslizamento (Fig.1), na zona de convergência de fluxo, somado ao contato geológico com o material residual, compressível e plástico, já potencializavam a ocorrência de uma instabilização mecânica na encosta. A ocupação da área com construções frágeis e irregulares

vieram, com efeito, alterar a capacidade de suporte do solo, podendo ser responsável pela indução do escorregamento translacional ocorrido.

- 4) A partir de tais apontamentos, a proporção do acidente no Morro dos Prazeres e suas consequências podem ser resumidas pela coalescência de fatores tanto de ordem social – como a livre ocupação do solo no morro como um todo, com consequências desde janeiro desse ano, conforme apresentado na Fig.4; de ordem natural – com a recorrência de torrentes e a abundância de elementos geológico-geomorfológicos potencializadores de deslizamentos; e de ordem político-administrativa – deficiências na prevenção e na remediação de uma área reconhecidamente em risco.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G.C.P. Estados e Limites de Consistência. *In: Caracterização Física e Classificação dos Solos*/Gil Carvalho Paulo de Almeida. Universidade Federal de Juiz de Fora – Faculdade de Engenharia – Departamento de Transportes. 92-104p. 2005.

AMARAL, C.P. e FEIJÓ, R.L. Aspectos Ambientais dos Escorregamentos em Áreas Urbanas. *In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*/Antonio Carlos Vitte e Antonio José Teixeira Guerra. 2ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 193-223p. 2007.

AUGUSTO FILHO, O. e VIRGILI, J.C. Estabilidade de Taludes. *In: Geologia de Engenharia*/Antonio Manoel dos Santos Oliveira e Sérgio Nertan Alves de Brito. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE. 243-269p. 1998.

BRANDÃO, A.M.P.M. As alterações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro: uma provável influência do crescimento urbano. *In: Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*/Maurício de Almeida Abreu [et al.]. – Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração. 143-200p. 1992.

_____. As chuvas e a ação humana: uma infeliz coincidência. *In: Tormentas Cariocas*/ Coordenação: Luiz Pinguelli Rosa e Willy Alvarenga Lacerda. – Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ. 21-38pp. 1997.

COELHO, M.C.N. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. *In: Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. 4ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 19-45p. 2006.

DEFENSORIA PÚBLICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Relatório sobre visita técnica realizada nas comunidades dos Prazeres e Escondidinho (Santa Teresa). Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro. 6p. 13/04/2010.

_____. Relatório complementar sobre visita técnica realizada nas comunidades dos Prazeres e Escondidinho e Vila Elza (Santa Teresa). Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro. 19p. 25/04/2010.

D'ORSI, R.N., FEIJÓ, R.L. e PAES, N.M. Rainfall and Mass Moviments in Rio de Janeiro. *In: 31st International Geological Congress*. Rio de Janeiro. v.1. 1-4p. 2000.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise do Solo. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Rio de Janeiro. 212p. 1997.

FERNANDES, N.F. e AMARAL.C.P. Movimentos de Massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. *In: Geomorfologia e Meio Ambiente/Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha*. 6ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.123-194p. 2006.

GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. *In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos/Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha*. 7ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 149-209p. 2007.

MOREIRA, C.V.R. e PIRES NETO, A.G. Clima e Relevo. *In: Geologia de Engenharia/Antonio Manoel dos Santos Oliveira e Sérgio Nertan Alves de Brito*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE. 69-85p. 1998.

MAPAS GEOTÉCNICOS OFICIAIS:

Carta Geológico-Geotécnica do Município do Rio de Janeiro na escala 1:10.000 – Folha: SF. 23-Z-B-IV-4-SO-C – Executor: Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro – GEORIO – 1997.

Mapa de Áreas de Risco a Escorregamentos do Município do Rio de Janeiro – Executor: Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro – GEORIO – 1988 – Última atualização: 2005.

SITE AlertaRIO: <http://www2.rio.rj.gov.br/georio/site/alerta/alerta.htm>, acessado em 20/04/2010.