

## **1. Introdução**

Atendendo solicitação da Secretária de Obras, do Município de Nova Friburgo, os geólogos Jorge Pimentel e Carlos Eduardo Osório Ferreira, do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, realizaram uma vistoria no bairro Progresso, distrito de Riograndina, no dia 19 de janeiro de 2007, com a finalidade de avaliar o tipo de fenômeno geológico em desenvolvimento naquele local e suas respectivas conseqüências.

O distrito de Riograndina, assim como outras áreas de Nova Friburgo, foi severamente afetado pelas intensas e prolongadas chuvas que atingiram o município, desde última semana de 2006, até as duas primeiras semanas de 2007, que desencadearam grande número de processos de rupturas em encostas e inundações.

No dia 04 de janeiro de 2007 ocorreu uma ruptura em depósito de tálus situado na encosta superior junto ao maciço rochoso que limita o bairro Progresso. Esse evento destruiu imediatamente duas moradias e pode ter desencadeado, ou ser dele conseqüência, um processo de movimento de massa que pode ser classificado como rastejo. Esse movimento de massa comprometeu de forma definitiva as estruturas de diversas outras moradias, ruas e demais equipamentos públicos, a jusante da ruptura inicial.

## **2. Caracterização Geológico-Geotécnica**

O bairro Progresso ocupa a porção central de um anfiteatro amplo com face voltada para norte, limitado a montante por escarpamentos rochosos graníticos. O arruamento do bairro foi implantado desde áreas de relevo suave, cota 740 aproximadamente e, também, em áreas declividade média a alta, até alcançar as cotas mais elevadas, em torno 840, no limite superior, nas proximidades da base da escarpa rochosa. Deste ponto para montante, o maciço rochoso eleva-se a cota 1000m aproximadamente.

O maciço rochoso granítico, que circunda parcialmente o bairro Progresso, apresenta vertentes escarpadas convexas onde aflora a rocha sã. O maciço é cortado por feições estruturais como falhas e fraturas e por juntas de alívio subhorizontais. Algumas dessas estruturas, que constituem planos de fraqueza da rocha, foram trabalhadas por processos erosivos e intempéricos que resultaram em feições côncavas, formando vales estreitos e talvegues. Essas feições naturais do terreno foram posteriormente entulhadas por materiais originários do maciço rochoso que constituem os depósitos detríticos tipo tálus e rampas de colúvio.

O loteamento foi construído sobre um depósito de tálus, que consiste em forma deposicional típica da região serrana do Estado do Rio de Janeiro, que reflete a evolução morfológica natural dos terrenos resultantes da ação dos agentes erosivos e intempéricos sobre os maciços rochosos. Os depósitos de tálus tendem a ocupar o sopé de escarpas rochosas e talvegues controlados por essas estruturas geológicas. Essa característica é claramente observada em aerofotos e imagens de satélite, conforme observado na figura 1, onde também podem ser visualizadas as feições estruturais que controlam as escarpas rochosas, vales e anfiteatros.

A constituição textural desses depósitos é muito heterogênea, ocorrendo blocos de rocha de variadas dimensões, pedras de mão, pedregulhos, areia e solo. Apresentam elevada

permeabilidade em função das distintas classes texturais e dos grandes espaços vazios entre os materiais.

As características genéticas, texturais, estruturais e hidrogeológicas conferem aos depósitos do tipo tálus e depósitos coluvionares associados, propriedades geotécnicas muito baixas. Esses materiais apresentam elevada suscetibilidade a sofrerem mobilizações, quer de todo o corpo do depósito, quer de porções localizadas, como queda e rolamento de blocos.

O maciço rochoso a montante do bairro consiste em um grande coletor das águas pluviais, que no período citado, possibilitou a concentração de grande volume de água. Parte da água escoou diretamente pela encosta, arruamento e sistema de drenagem. Entretanto, devido às características texturais dos depósitos de tálus, anteriormente mencionadas, grande parte da água coletada pelo maciço rochoso infiltrou no tálus. Esse processo provocou a saturação do terreno e passou a condicionar o processo de ruptura e mobilização do mesmo.

No maciço rochoso ocorrem ainda diversas lascas de rocha individualizadas pela interseção entre os planos das juntas de alívio e fraturas verticalizadas. Algumas dessas lascas estão em posição de instabilidade e podem ser mobilizadas para jusante por rolamento ou tombamento.

### **3. Caracterização do Movimento de Massa**

Os trabalhos de vistoria possibilitaram a delimitação aproximada da área do depósito de tálus que está em processo de mobilização. Os limites laterais estão bem marcados por fendas de tração com aberturas e desnível entre 0,50m e 1,0m, na data da vistoria. O limite superior é bem evidente a partir do escorregamento (aparentemente planar) que ocorreu no terreno a montante da primeira casa atingida. Já no limite inferior ainda não foi bem determinado, uma vez que o processo de rastejo pode ainda estar em evolução. A área afetada, observada na data dos trabalhos de campo, apresenta forma aproximadamente elíptica com eixo maior em torno de 450m de comprimento, a largura aproximada de 190m, abrangendo uma área de cerca de 70.000m. De forma estimada, aproximadamente uma centena de moradias foram afetadas em maior ou menor grau.

Dentro desse polígono são diversas as evidências do desenvolvimento de processo de ruptura relacionadas a movimentos de massa do tipo rastejo. Esse movimento resulta das baixas propriedades geotécnicas dos materiais que constituem o depósito de tálus, agravado pelo elevado grau de saturação em água do tálus, que gerou poro-pressões elevadas no interior do depósito e da declividade. Moradoras da área inicialmente afetada relatam que na manhã anterior ao início da ruptura, diversas casas localizadas na rua mais a montante, apresentavam *minas d'água*, tanto nos quintais como dentro das moradias.

Em geral movimentos de massa, entre eles: escorregamentos, corridas de detritos, tombamentos/rolamentos de blocos, apresentam um caráter quase instantâneo devido a sua elevada velocidade. De forma diferente, movimentos de massa do tipo rastejo apresentam velocidades relativamente lentas, se comparadas aos acima citados. São comuns os recalques, trincas de tração, rotações de prédios (parte das fundações afetadas e parte sem evidências de movimentações). São comuns também porções

inteiras deslocarem-se como se deslizassem sobre uma superfície de cisalhamento rotacional, onde as casas não apresentam indícios de ruptura, mas todo o terreno está se movimentando. Na porção afetada do bairro Progresso é possível identificar grande parte ou a totalidade das feições acima descritas.

#### **4. Evolução do Processo de Rastejo**

O processo de rastejo atual poderá evoluir para um escorregamento de solo e rocha de grandes proporções, se novas precipitações ocorrerem com elevada intensidade e duração. Considerando que a superfície de ruptura já está definida, tanto lateralmente como em profundidade, e que grande volume de água ainda circula pela massa de solo e rocha do tálus que está totalmente instável, devem ser tomadas medidas preventivas relacionadas com a possibilidade de alteração da tipologia de ruptura.

No caso do processo evoluir para um escorregamento, uma área maior do que a aquela delimitada no presente relatório poderá ser alcançada, causando danos a um número maior de moradias a jusante.

#### **5. Conclusões e Recomendações**

Com base no acima exposto, considera-se que o processo de movimentação de massa, ora em desenvolvimento, consiste em um processo natural de evolução morfológica do modelado do relevo. Considerando as características do movimento de ruptura, o qual é fortemente condicionado pelo grau de saturação de água do terreno, e que o mesmo poderá modificar sua tipologia de movimento de massa, podendo passar para um tipo de ruptura de maior velocidade e poder de impacto.

Recomenda-se que sejam realizados estudos e levantamentos geotécnicos para avaliar, tanto a continuidade do processo de rastejo, como indícios de modificação do tipo de ruptura. Assim como a possível ampliação da área atualmente afetada. Como medida imediata recomenda-se a manutenção da interdição das moradias afetadas, conforme decisão da Defesa Civil municipal em janeiro de 2007. As moradias que foram mais seriamente danificadas devem ser demolidas para evitar possíveis danos a moradores, curiosos e crianças.

Para a consolidação geotécnica da área afetada e seu entorno, recomenda-se a elaboração de projeto específico de engenharia, tendo como base os estudos e levantamentos geotécnicos sugeridos acima. O projeto de consolidação geotécnica do bairro Progresso deverá subsidiar a implementação das seguintes medidas:

- Implantação de sistema de drenagem e captação das águas pluviais na porção superior e sopé da escarpa rochosa;
- Captação das águas de nascentes e direcionamento por descidas d'água, caixas de passagem e galerias para o sistema coletor;
- Implantação de sistema de coleta de águas pluviais e servidas corretamente dimensionadas;
- Modificação do arruamento e implantação de meio-fios, bueiros e caixas de passagem adequadamente projetados e dimensionados;
- Implantação de sistema de drenos horizontais profundos (DHP) para manter rebaixado o nível do lençol freático;

- Demolição das moradias afetadas e recomposição da área com o plantio de árvores;
- Contenção de lascas e blocos no maciço rochoso a montante da área afetada;
- Visitas periódicas para acompanhamento das possíveis alterações do processo e área afetada;
- Implantação de sistema de instrumentação ou marcos topográficos para monitorar outros possíveis deslocamentos no bairro.

Rio de Janeiro, 06 de fevereiro de 2007

---

Geólogo Jorge Pimentel  
Matr. 71858141

---

Geólogo Carlos Eduardo Osório Ferreira  
Matr. 92742241

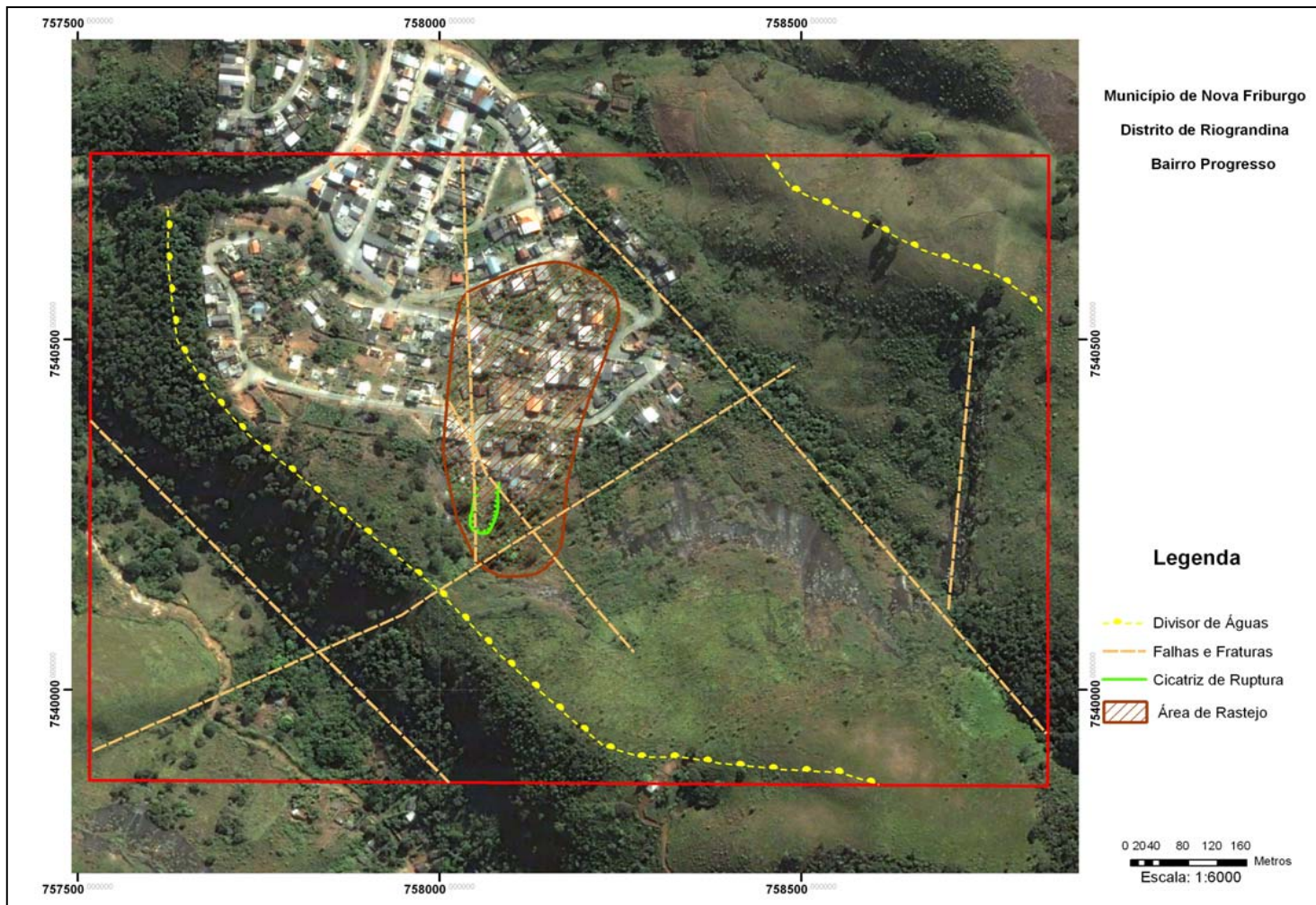


Figura 1 – Bairro Progresso – Área aproximada atingida pelo processo de rastejo (vistoria em 19/01/2007)



Foto 01 – Casas localizada na rua mais a montante do bairro Progresso atingidas no início do movimento de massa .



Foto 02 – Ruptura inicial no talude a montante da moradia



Foto 03 – Trinca de tração com desnível superior a 0,50m que marca o limite Este da área em processo de ruptura.

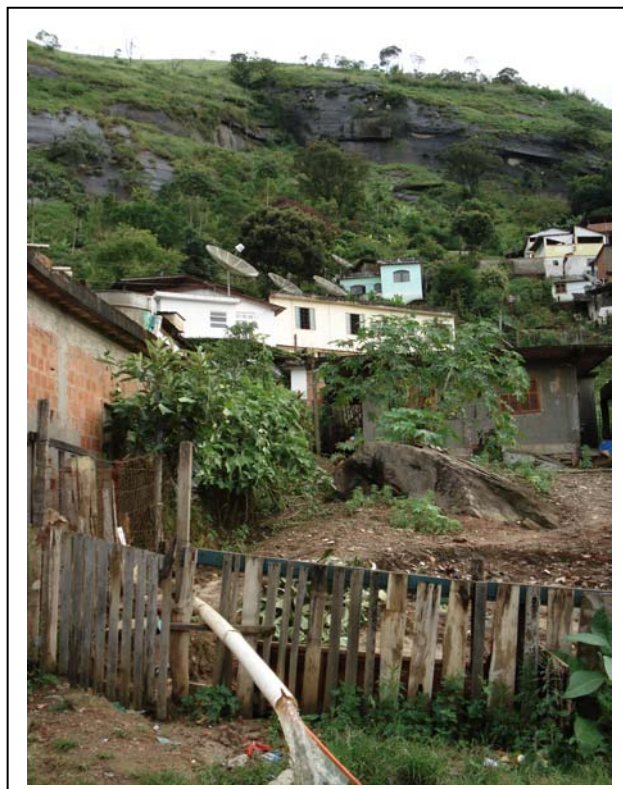


Foto 04 – Em primeiro plano casas construídas sobre o depósito de tálus. Ao fundo maciço rochoso com lascas instáveis.



Foto 05 – Prédio em fase inicial de deformação pelo processo de rastejo no dia 08 de janeiro de 2007



Foto 06 – Mesmo prédio em estágio mais avançado de deformação no dia 19 de janeiro de 2007