

# **Relatório de missão complementar– Viagem de estudos para o Vale do Ribeira: Sismos, deslizamentos, dolinas e fluxos de massa gravitacionais**

**Data da missão: 03 a 05/julho/2019**

**Data deste relatório: 08/julho/2019**

**1º. DIA:**

## **Visita e avaliação de risco em Rio Branco do Sul**

**Data da missão: 03/julho/2019**

**Data deste relatório: 08/julho/2019**

**Integrantes da missão: Prof Renato Eugenio de Lima  
Fabrício Alves Mendes**

O município de Rio Branco do Sul, localizado na Região Metropolitana de Curitiba, na região Sul do Brasil, tem tido grande incidência de desastres e riscos geológicos dos mais variados, tais como: formação de dolinas, movimento de massa gravitacional dos mais variados e sismos.

Além dos integrantes do CENACID, participaram das atividades o Secretário de Meio Ambiente do município de Rio Branco do Sul, Eliandro Bica da Costa e o Coordenador Municipal da Defesa Civil Diego Agner de Barros, que informaram a ocorrência recente, entre outros, dos seguintes eventos perigosos:

- Formação de dolina no bairro Nodari II causando rachaduras e queda de muro;
- Movimentação de encosta nos bairros Campo da Madre, Nossa senhora de Fátima e Vila São Pedro;

Em companhia do Secretário de Meio ambiente e do Coordenador Municipal da Defesa Civil os integrantes do CENACID visitaram o bairro Nodari II, a rua não possui nome registrado localizada ao fim da rua Pinheiro e paralela à Estrada do Capirusinho, número 52 (figura 1), com coordenadas UTM 22J 671655m E, 7212653m S. Segundo relatos, ela teve sua formação no dia 1 de junho, após um período de chuva constante na cidade que perdurou nos dias 30, 31jun e 01jul, com 170 mm acumulados. Segundo a informação da proteção civil na época houve um afundamento de solo com diâmetro aproximado de 4m e profundidade em torno de 2m. Tal feição ocasionou a queda parcial e rachaduras em um muro da construção vizinha e solapamento do solo. Como remediação a dolina foi preenchida com entulho, brita e solo até atingir o nível do solo. As figuras 2 e 3 mostram as rachaduras na construção do terreno em que a dolina está localizada e no muro vizinho, respectivamente, com cerca de 1cm de abertura. O muro vizinho teve cerca de 5m derrubados (figura 4).

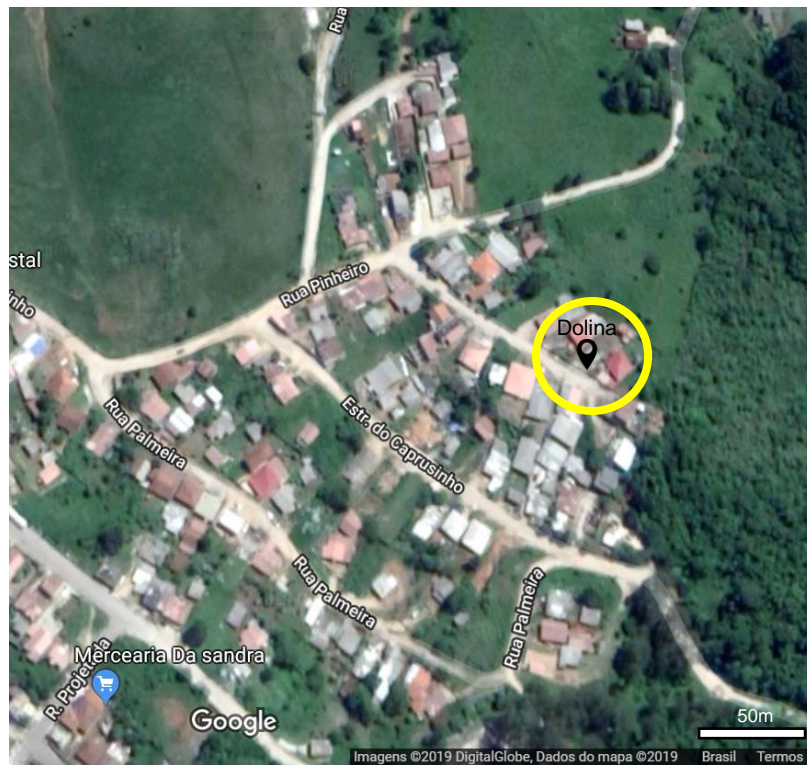


Figura 1 - Mapa de localização da dolina no bairro Nodari II.



Figura 2 - Rachadura na construção localizada no terreno em que houve a formação da dolina. Observa-se uma abertura de 1 cm e que atravessa as juntas de concretos e os blocos da parede da casa.



*Figura 3 - Rachadura no muro vizinho ao terreno em que se formou a dolina, observa-se variação na abertura da rachadura, com possível movimentação do solo associada. A maior abertura, no topo, é de 1,5 cm, já na base, cerca de 5 mm.*



*Figura 4 - Muro vizinho que foi derrubado na parte frontal, afetado diretamente pela formação da dolina.*

Recomenda-se o monitoramento do avanço das rachaduras, tanto na parede quanto no muro para medir o progresso deste processo geológico perigoso, caso ele venha a evoluir. Também monitorar possíveis movimentações de solo na área, que está sujeita a movimentos de massa gravitacionais ao longo da encosta.

Após a visita ao bairro Nodari II, a equipe do CENACID foi conduzida à rua Manoel Müller Siqueira, logo em frente à rua Antônio Costa e ao Estádio Municipal Tio Lili (“campo da madre”), localizado no Bairro Campo da Madre (figura 5). Existe uma que pela declividade e cobertura vegetal provavelmente está em Área de Proteção Permanente (APP) que inclui um bosque de Araucárias com até trinta metros de altura. Neste local existem casas construídas nas clareiras desta vegetação e estão em desenvolvimento outras pequenas obras.

Foram observados dois tipos de riscos às casas e moradores. O primeiro tipo de risco é o de movimentação de massa na encosta, sendo identificados indicadores cinemáticos como fendas de tração, com mais de 5 cm de abertura, desnivelamento dos blocos mobilizados em mais de 20cm, inclinação de postes de energia e árvores (figuras 6, 7, e 8). Tendo em vista a possibilidade de evolução deste movimento de massa gravitacional, atingindo as habitações precárias instaladas no local, a equipe do CENACID aplicou o método “Análise Rápida Relativa de Deslizamentos” (RRLA-Rapid Relative Landslide Analysis – ver bibliografia) e foram qualificados os seguintes índices: possibilidade de movimento moderado, com deslocamento de alguns centímetros por ano, volume provável de deslocamento superior a 500 m<sup>3</sup> de material do aterro e solo, que pode atingir a estrada da Chácara e destruir partes da rua Manoel Müller Siqueira, que possui importância para o sistema de trânsito para o Norte daqueles bairros. A velocidade do deslizamento potencial foi estimada como moderada e propagação por distância superior a 50 m, atingindo casas na encosta e a estrada localizada logo abaixo. Mais detalhes sobre a RRLA encontram-se ao fim deste relatório no anexo I.

Segundo observa-se em imagens de setembro de 2018, este movimento se iniciou há pelo menos 10 meses.

Adicionalmente foram observados no local fatores adicionais de risco, que podem facilitar a deflagração deste tipo de processo perigoso. Foi verificada a implantação de fossas sépticas, que provocam o aumento da saturação de água no solo. Também o tráfego de veículos pesados e foi relatada pelos moradores a ocorrência de explosões próximas. Estes fatores, associados ou não à precipitações intensas, pode se constituir em fator deflagrador do processo.

O segundo tipo de risco observado é a queda de galhos das árvores de grande porte, atingindo pessoas, telhados e outros bens em situações de maior umidade ou vendavais.



### Recomendações:

Tendo em vista o risco geológico associado ao processo de movimento de massa gravitacional em desenvolvimento, incluindo a possibilidade de aumento da velocidade do movimento, é recomendável a desocupação das casas localizadas na zona de risco, reduzindo a possibilidade de perdas e danos.

Posteriormente, recomenda-se o estudo e projeto para implantação de obra de engenharia para contenção e estabilização da encosta, impedindo a evolução do processo geológico perigoso.



Figura 5 - Localização da encosta em que há o risco de deslizamento associado.

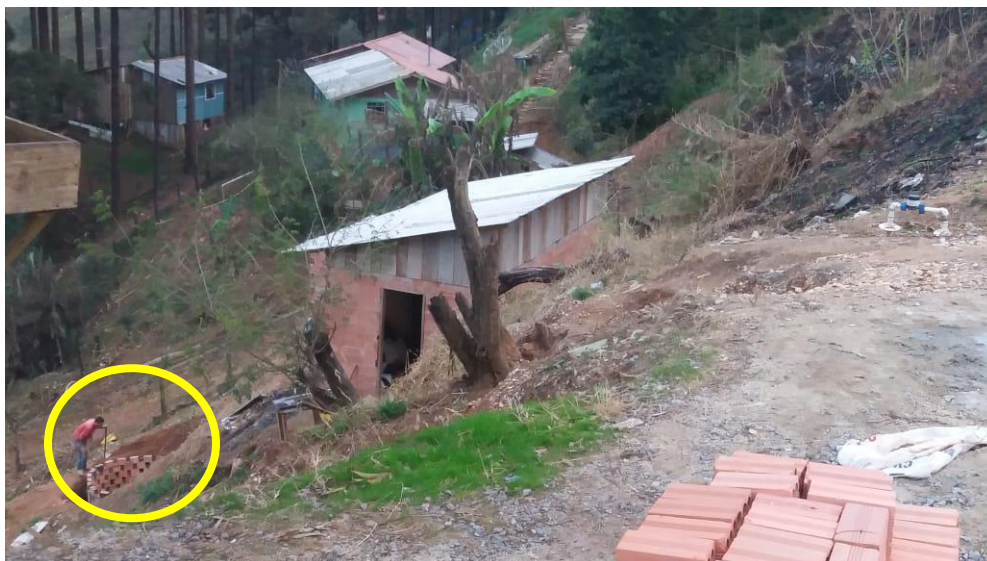


Figura 6 - Casa localizada na zona de risco de deslizamento da encosta. Destaque para implantação de fossa facilitando a infiltração e saturação do solo.



Figura 7 - Fenda de tração no topo do maciço com mais de 5cm de abertura



Figura 8 - Inclinação de poste localizado na encosta em movimento. Fonte: Google Earth, 2018.



## 2º. DIA

### Visita e avaliação de risco em Cerro Azul e Rio Branco do Sul

Data da missão: 04/julho/2019

Data deste relatório: 08/julho/2019

Em Cerro Azul o objetivo principal foi coletar amostras dos depósitos de fluxos de massa da localidade Mato Preto, que foram observados em missões anteriores do CENACID. O depósito foi localizado, com presença de blocos e matacões distribuídos segundo uma drenagem estreita que desemboca no rio Ribeira (figura 9). Não foi possível o acesso em virtude da inviabilidade de tráfego na estrada rural que segue pela margem esquerda do Rio Ribeira. A trilha em fazenda permite apenas tráfego de veículos tipo “jipe”, que não era o veículo utilizado na ocasião.

Durante o percurso pela margem do Rio Ribeira e proximidades, foram observados vários deslizamentos translacionais rasos, com cerca de 50 m<sup>3</sup> de massa deslocada e localizados principalmente em regiões onde havia sido retirada a cobertura vegetal. Ao longo da estrada que margeia o rio Turvo foi descrito um deslizamento na margem da estrada rural, com cerca de trinta metros de largura, cinco metros de altura e raso (3 a 4 metros de profundidade). Moradora próxima informou que o evento de movimentação de massa aconteceu de forma em episódios sucessivos na encosta, com um grande deslizamento, seguido de menores (figura 10).



*Figura 9 - depósito de blocos e matacões associados ao fluxo de Mato Preto.*



*Figura 10 - Deslizamento translacional raso com sucessivas movimentações em encosta de estrada.*

Na sequência, com o objetivo de compreender os sismos que tem afetado a região, foram percorridas áreas rurais dos municípios listados buscando informações sobre a percepção dos sismos ocorridos no mês de maio (dias 8 e 14), contudo, não encontramos pessoas que pudessem dar informações, ou que tivessem percebido os tremores.

### **3º. DIA:**

## **Visita e avaliação dos locais indicados como epicentros dos sismos nos municípios de Rio Branco, Bocaiuva e Tunas do Paraná.**

**Data da missão: 05/julho/2019**

**Data deste relatório: 08/julho/2019**

O objetivo principal neste dia foi acessar o local do epicentro do sismo de 08 de maio de 2019, indicado pelo Observatório Sismológico da Universidade de Brasília. Após seguir pela estrada que segue para Votuverava, foi estudado o local indicado como epicentro, de coordenadas 24°52'0.30"S, 49°22'9.54 (figura 11), próximo à localidade de



Caetê. No local foram descritas rochas metabásicas de granulação média, mineralogia composta por anfibólio (50%), plagioclásio (25%), quartzo (10%) e biotita (15%) (figura 10). Neste levantamento rápido na região indicada não foram identificadas rochas carbonáticas ou dolinas que pudessem favorecer a hipótese de associação dos sismos com colapsos em áreas cársticas. Deve-se, entretanto considerar que o estudo sismológico indica uma margem de erro de até 3 quilômetros de raio a partir do epicentro.

Com base nesta informação é necessário e recomendável avançar nos estudos na área de influência dos sismos e dentro da margem de erro dos estudos sismológicos. Estes estudos devem identificar e avaliar litologias, estruturas geológicas e perfis geológicos, entre outros atributos, para caracterizar a origem destes tremores.

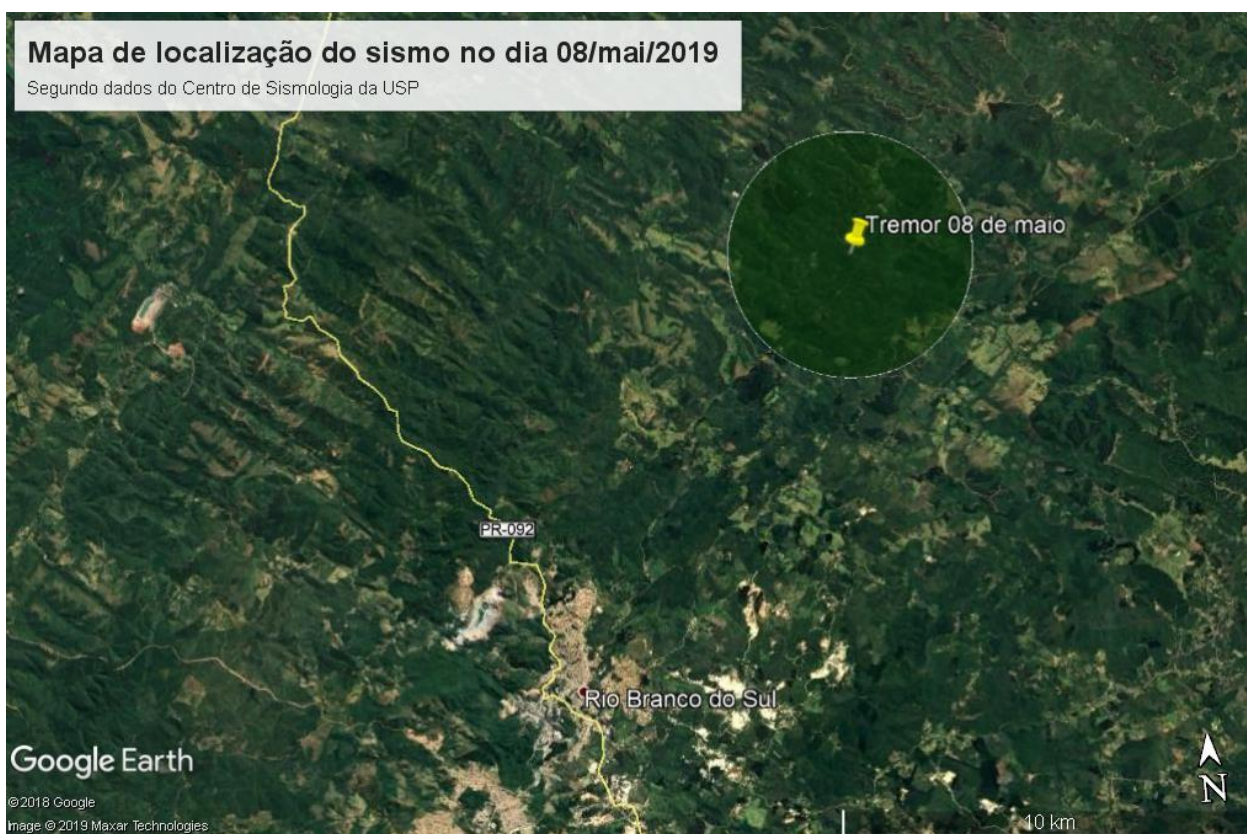


Figura 11 - Localização do sismo, com margem de erro de 3km.

Também foi percorrida a estrada que liga as localidades de Votuverava a Limoeiro, não sendo possível o acesso para a Estrada do Tigre por más condições das estradas de acesso. Posteriormente foi percorrida a “Estrada do Tigre” até próximo ao epicentro indicado pela UnB para o sismo de 14 de maio de 2019, porém, nesta missão não foi possível chegar ao local exato deste epicentro.

Durante o percurso foi aplicado o questionário padrão do CENACID para sismos com moradores próximos, contudo, não houve relatos de percepções acerca dos tremores, sejam relatos de efeitos sonoros ou vibrações.



*Figura 12 - Afloramento de rocha metabásica no local exato indicado como epicentro do sismo.*

### **Observação:**

Esta missão foi seguida de duas outras saídas de campo na semana seguinte com retorno no mesmo dia, para completar informações.

### **Bibliografia:**

Lima, R.E., **New Approach to Rapid Risk Evaluation in Disasters Related to Landslides – Brazil**, p333-340. 2013, *Landslide Science and Practice, Volume 3: Spatial Analysis and Modelling*, Elsevier, Editors: Margottini, Claudio, Canuti, Paolo, Sassa, Kyoji (Eds.) - ISBN: 97-3-642-31309-7



Tabela 1 – Análise Rápida Relativa de Deslizamentos – RRLA. Campo da Madre, Rio Branco do Sul-PR.

Velocidade e distância prováveis se ocorrer a deflagração	Velocidade moderada e por curta distância	Velocidade moderada e por longa distância	Velocidade rápida e por curta distância	Velocidade rápida e por longa distância	2
	Distância Curta = menor que 50m Longa = maior que 50m		Velocidade deslizamentos Rápida = queda e fluxos	Moderada =	
Impacto e características da provável área afetada	Ambiente natural (vegetação, etc.)	Estruturas civis de uso temporário (rodovias, muros, etc.)	Estruturas civis para permanência (baixa densidade de casas, escolas, etc.)	Pessoas e estruturas civis para permanência (área residencial alta densidade, etc.)	3
Fatores agravantes (discriminar)	Ex: água no maciço, detonações, sobrecarga, construções, frágeis, etc.	Microsismos gerados por explosões em minerações próximas e movimentações na via.			
				<b>Total</b>	<b>9</b>
Tipo de movimento de massa:	Rotacional	X	Translacional	Fluxo	Outros:
Litologia(s) afetada(s):	Aterro formado por entulho, blocos de rocha e restos de asfalto.				
<b>Recomendações</b> Evacuação das casas compreendidas na zona de risco e construção posterior de uma obra de contenção com o objetivo de estabilizar o talude.					
<b>Observações</b> Em campo, observa-se fendas no solo com cerca de 5cm de abertura, e poste com inclinação de 8 graus, evidenciando uma movimentação do solo com risco associado.					

Nome do local: Campo da Madre, Rio Branco do Sul

Data: 03/07/2019

Nome do analista: Fabrício Alves Mendes Coordenadas: 669748.69 m E, 7215127.47m S