

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO E SUSCEPTIBILIDADE DE DESLIZAMENTOS DE TALUDE NA AVENIDA SIDNEY CHAVES, MONTES CLAROS/MG

**Ronaldo Alves Belém**

Doutorando em Geografia pela UFMG  
Professor do Depto. De Geociências da Unimontes  
[ronaldo.belem@yahoo.com.br](mailto:ronaldo.belem@yahoo.com.br)

**Cristiane Valéria Oliveira**

Doutora em Agronomia  
Professora do Instituto de Geociências - UFMG  
[crisval.oliveira@yahoo.com.br](mailto:crisval.oliveira@yahoo.com.br)

**Regynaldo de Arruda Sampaio**

Doutor em Fitotecnia  
Professor do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG  
[rsampaio@ica.ufmg.br](mailto:rsampaio@ica.ufmg.br)

### RESUMO

Este trabalho objetiva avaliar a susceptibilidade de deslizamentos, a partir da análise das características físicas do solo nos taludes da Avenida Sidney Chaves, em Montes Claros/MG. A correlação foi desenvolvida a partir da análise da Argila Dispersa em Água (ADA), Grau de Flocculação (GF), matéria orgânica e granulometria dos horizontes do solo. Os valores da argila dispersa em água nos dois primeiros horizontes não foram elevados se analisados isoladamente, mas ao se considerar os valores da argila total e o grau de flocculação (GF), a argila dispersa em água nos horizontes A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> foi muito alta e quanto maiores os valores de ADA, maior é a tendência a processos erosivos e escorregamentos; Em todos os horizontes constataram-se valores de silte relativamente altos, fato preocupante, pois essa partícula é muito instável devido à sua leveza e ao fato de não apresentar carga; Os maiores teores de matéria orgânica foram registrados nos horizontes A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> que os horizontes superiores são mais susceptíveis a escorregamentos em situações marcadas por eventos pluviométricos extremos; Embora a possibilidade de movimentos de massa seja pouco provável, em virtude da cobertura vegetal não está sendo retirada, favorecendo a manutenção da estabilidade dos taludes, se recomenda a construção de muros de arrimo ao longo de toda a encosta.

**Palavras – chave:** Movimentos de massa. Argila dispersa em água. Textura do solo. Grau de flocculação. Matéria orgânica.

### THE PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOIL AND SUSCEPTIBILITY SLIPS OF SLOPES IN SIDNEY CHAVES AVENUE , MONTES CLAROS/ MG

This paper provides a discussion of the physical characteristics of the soil and landslide susceptibility of slopes in an avenue of the city of Montes Claros, Minas Gerais. The correlation was developed from the analysis of water dispersible clay (ADA), the degree of flocculation (GF), organic matter and particle size distribution data of soil horizons. Higher values of ADA, the greater the tendency to slip and erosion. The ADA values of the first two horizons are not high when analyzed separately (20.4 and 35.9 respectively), but when considering the values of total clay and calculate the degree of flocculation (GF), one realizes that the clay water dispersed in A<sub>1</sub> and A<sub>2</sub> is too high, since the values of the degree of flocculation (GF) of the two horizons surface was 36.4% and 18.9% respectively. The amounts of silt are relatively high in all horizons and this particle is very unstable due to its lightness and to not have load. Even before the existence of some data showing

---

Recebido em 13/08/2013

Aprovado para publicação em 01/07/2014

favorable situations to mass movements, it was found that the slopes of Sidney Avenue are less prone to landslides. This is because the slopes do not show any mark indicating the beginning of erosion. In most of the vegetation is not removed, favoring the maintenance of slope stability. However, we recommend the construction of retaining walls along the entire slope

**Keywords:** Mass movements. Clay dispersed in water. Soil texture. Flocculation degree. Organic matter.

---

## INTRODUÇÃO

De acordo com Jatobá e Lins (2008) os deslizamentos são movimentos de massa que ocorrem no regolito em função da força da gravidade associada a intensos eventos pluviométricos. Para Press et al. (2006) os movimentos de massa incluem todos os processos em que o solo e a rocha são deslocados sob influência da gravidade no momento em que esta força supera a coesão dos materiais da encosta. Os deslizamentos de encostas se notabilizaram como as tragédias naturais mais comuns no Brasil e essas catástrofes vêm se repetindo durante os períodos de chuvas fazendo milhares de vítimas e acumulando prejuízos econômicos sem que o poder público tome as iniciativas necessárias para evitar que esses problemas aconteçam. Ao contrário, tem-se buscado apenas medidas paliativas que contornam o problema não apresentando soluções definitivas que resguardam os direitos dos cidadãos (Guerra; Marçal, 2006). De acordo com Amaral e Feijó (2004) a utilização do conhecimento científico na solução de problemas relacionados a deslizamentos de encostas representa um dos mais importantes desafios a serem enfrentados pelos profissionais das geociências nas próximas décadas. Tudo isso evidencia a importância de se desenvolver estudos que subsidiem a tomada de decisões relacionadas ao controle do uso do espaço urbano e ao mesmo tempo, chamem a atenção para a necessidade de se criar políticas preventivas que possam evitar tragédias com perdas humanas.

A Avenida Sidney Chaves é um dos principais logradouros de Montes Claros, uma vez que funciona como importante via de acesso aos bairros das regiões Norte/Noroeste e ao Distrito Industrial da cidade. Esta avenida possui duas pistas e foi construída dentro do projeto que canalizou o Rio Vieiras no trecho em que ele corta os bairros Vila Regina, Edgar Pereira e Alice Maia. A pista que se encontra no sentido Centro/Norte/Noroeste foi construída ao lado dos cortes das vertentes referentes às colinas que margeiam a margem esquerda do Rio Vieiras. Essas colinas suaves correspondem ao substrato sobre o qual se assentam os Bairros Vila Regina e Alice Maia. A realização do corte desta vertente resultou na desapropriação de casas que estavam próximas ao rio, mas, ao mesmo tempo, fez com que vários moradores ficassem bem próximos ao corte que expôs um barranco de cerca de cinco metros de altura e duzentos metros de comprimento.

O barranco da Avenida Sidney Chaves constitui-se um talude íngreme resultante do corte de uma encosta formada por um regolito originado a partir da decomposição de siltitos. Devido à inclinação do terreno e à presença de casas construídas no topo do talude considerou-se pertinente fazer um estudo sobre as reais possibilidades da área ser suscetível a um deslizamento.

O estudo dos deslizamentos requer uma série de pesquisas que envolvem as características dos materiais que compõem a encosta, haja vista que a natureza desses materiais representa um dos fatores que mais influencia os movimentos de massa (Press, 2006). Os deslizamentos de encostas ou escorregamentos refletem o comportamento das partículas do solo em relação à água. Para Oliveira (2008) as classes texturais presentes no perfil determinam relevantes implicações no comportamento geotécnico do solo, uma vez que as partículas, associadas a outros fenômenos, se relacionam diretamente com o fluxo interno de água e com a erodibilidade do solo. Nesse sentido, a Argila Dispersa em Água (ADA) representa um importante fator a ser considerado na compreensão desses fenômenos, porque a ADA corresponde às argilas que não se aglutinam e que estão mais propensas a se deslocarem.

De acordo com Azevedo e Bonumá (2004) a ADA é a argila que não floclula e que se dispersa espontaneamente em água, tendo maior mobilidade potencial. Quanto maiores os valores de

ADA, maior será a tendência a processos erosivos e escorregamentos. No entanto, deve-se ressaltar que outros aspectos também influenciam nesse comportamento do solo, como a cobertura vegetal e o teor de silte. Segundo Resende et al. (2007) o teor de silte no solo pode favorecer os deslizamentos, pois essas partículas apresentam máxima instabilidade, uma vez que são leves e não apresentam cargas. Este trabalho tem como objetivo avaliar a susceptibilidade de deslizamentos, a partir da análise das características físicas do solo nos taludes da Avenida Sidney Chaves, em Montes Claros/MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

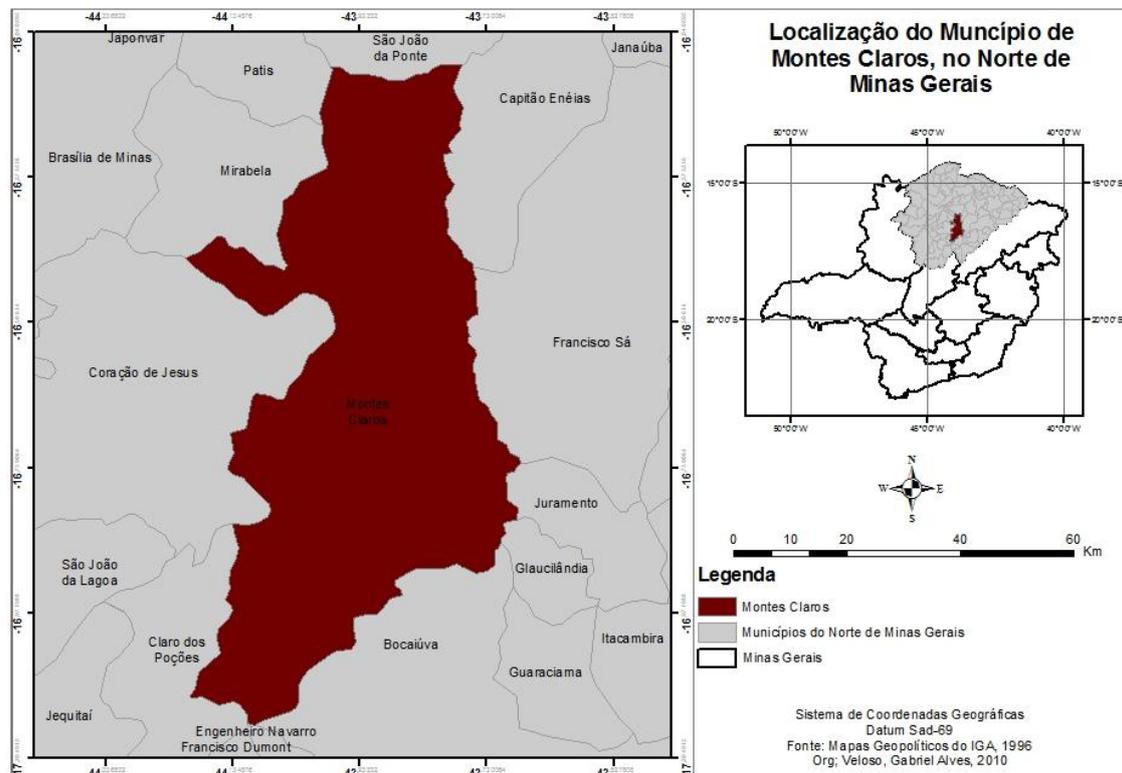
### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Montes Claros localiza-se no Norte de Minas Gerais, está situado entre as coordenadas 16°44'06" S e 44°51'43" W (Figura 2) e possui uma área de aproximadamente de 3.582,034 Km<sup>2</sup> (Figura 1) com uma população total de aproximadamente 361.971 habitantes (IBGE, 2010).

Conforme a classificação climática de Köppen o clima da área é do tipo Aw com inverno seco e verão chuvoso. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.100 mm, concentrada nos meses de Novembro a Abril (BELÉM, 2002).

O município de Montes Claros se insere no Sub-Grupo Rio Paraopeba, sequência litoestratigráfica proterozóica do Grupo Bambuí que é formada por calcários, argilitos e siltitos de idade geológica situada entre 850 e 650 milhões de anos. O perfil em que foram feitas as coletas é formado por um material eluvial resultante da decomposição dos siltitos do primeiro sub-grupo supracitado (COMIG, 2003).

Figura 1. Mapa do município de Montes Claros, localizado na Mesoregião Norte de Minas Gerais.

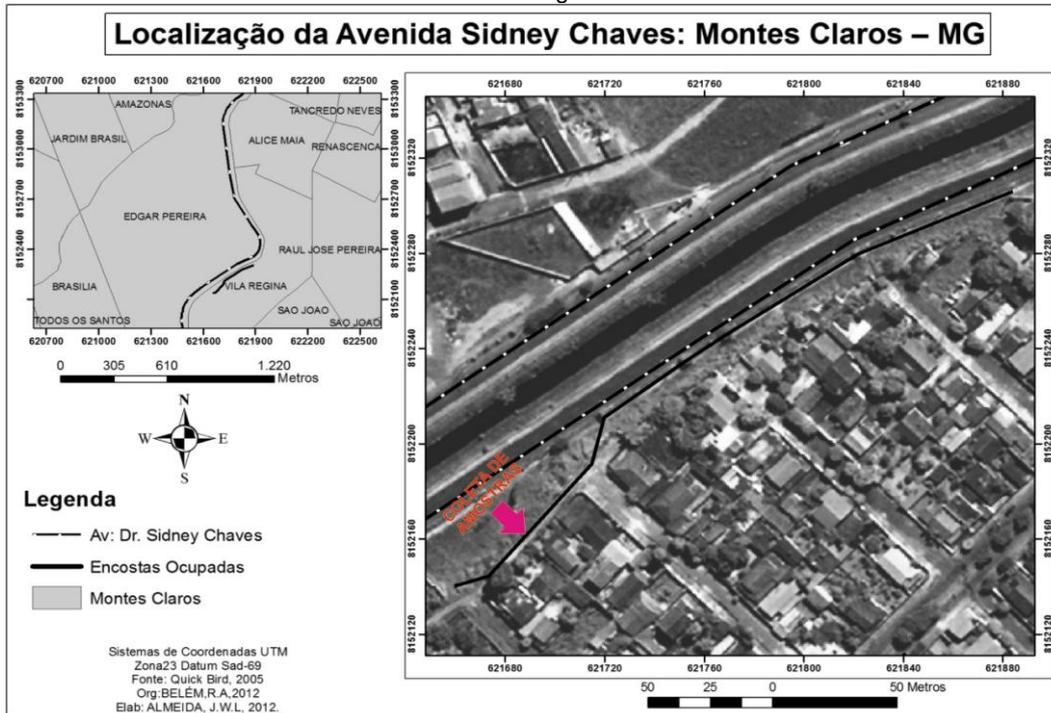


### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

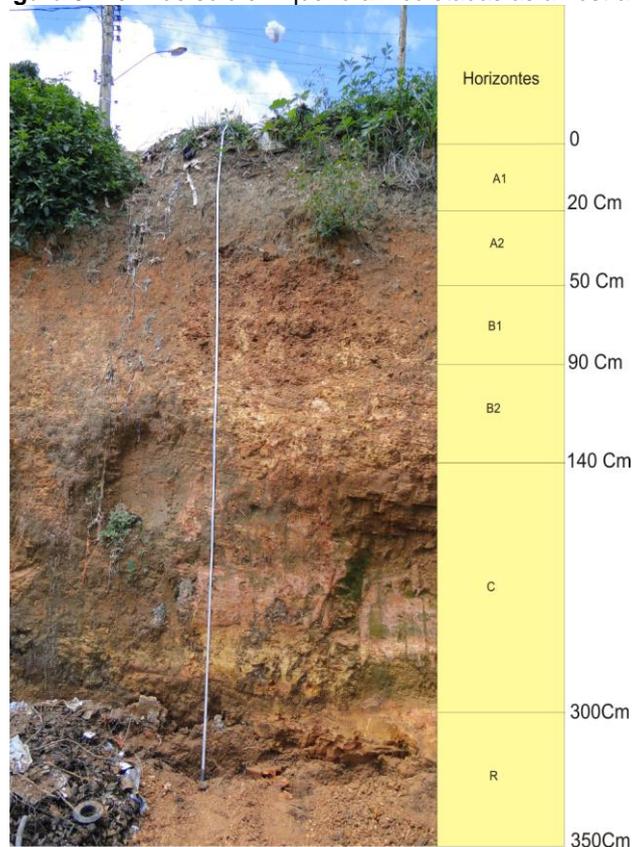
O trabalho foi realizado em um perfil de solo exposto em um talude da Avenida Sidney Chaves, sentido Centro/Bairro Alice Maia, Montes Claros (Figura 2). O talude considerado possui um perfil de aproximadamente 3,5 metros de altura e cinco horizontes: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>

e C (Figura 3). A coleta foi realizada em maio de 2011 em um ponto que apresenta pouca ocupação urbana e que se situa no início do corte da vertente (Figura 2).

**Figura 2.** Localização das encostas da Avenida Sidney Chaves destacando o local em que foram feitas as amostragens do solo.



**Figura 3.** Perfil de solo em que foram coletadas as amostras.



**Figura 4.** Talude da Avenida Sidney Chaves. No primeiro plano destacam-se os afloramentos de Siltitos. Ao fundo observam-se as primeiras casas que foram construídas ao longo do barranco.



Autor: BELÉM, 2011.

Foram coletadas cinco amostras de 250 gramas dos cinco horizontes. Essas amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA). Posteriormente, as amostras foram submetidas à análise textural e argila dispersa em água (ADA). Foram também analisados os teores de matéria orgânica, segundo metodologia da EMBRAPA (1997). As análises foram realizadas no Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Para a análise textural, foram pesados 20 g de TFSA que posteriormente foram acondicionados em um Becker com 200 ml de água e 50 ml de NaOH. A solução foi levada a um dispersador mecânico de 14.000 rpm e agitada por 5 minutos. Todo o conteúdo foi levado para uma peneira de 0,05 mm sobre um funil apoiado em um suporte, tendo logo abaixo uma proveta de 1000 ml. A areia foi retida na peneira de 0,05 mm. A Argila Total (AT) foi obtida de acordo com lei de Stokes coletando-se 50 ml da suspensão a uma profundidade de 5 cm, após tempo estabelecido de acordo com a temperatura e profundidade de coleta, sendo levada para estufa por 24 horas e posteriormente pesada em balança eletrônica de precisão. Com isso, o valor da Argila Total de cada amostra foi obtido pela equação:

$$\text{Argila Total (X)} = \text{Massa da argila (g)} \times 1000/50 \times 100/20 - (\text{em } \%) \quad (1)$$

O teor de areia foi obtido por pesagem do material retido na peneira de 0,05 mm, cujo peso foi multiplicado por 100 e dividido por 20, para obtenção do teor em percentagem. Os valores de silte foram calculados por diferença (100 - % areia - % argila). A análise de Argila Dispersa em Água (ADA) seguiu os passos apresentados para a argila total, entretanto não foi utilizado o dispersante químico (NaOH).

De posse dos valores da Argila Total e da ADA foi calculado o Grau de Floculação (GF) pela equação:

$$\text{GF} = 100 \times (\text{AT} - \text{ADA})/\text{AT} \quad (2)$$

Os teores de matéria orgânica foram calculados pelo método de Walkley-Black modificado (EMBRAPA, 1997) em que foi inserido 0,5 gramas de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) em um erlenmeyer de 250 ml. Em seguida, adicionou-se 10 ml de solução normal de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1N. Posteriormente, adicionou-se 20 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado e agitou-se por um minuto. A solução ficou em repouso por 30 minutos. Posteriormente, foi titulada com sulfato ferroso amoniacal ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ). A titulação do sulfato ferroso determinou o conteúdo de carbono

orgânico total que multiplicado por 1,724 resultou no valor da matéria orgânica do solo (MOS=Cx1,724).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante análise dos dados granulométricos observou-se que os maiores teores de areia se encontram nos horizontes superficiais A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> (Tabela 1). Os horizontes mais profundos são menos arenosos. O horizonte C, apresentou apenas 20 g Kg<sup>-1</sup> de areia. Os percentuais de silte são relativamente significativos em todos os horizontes, sendo que o maior valor ocorreu no horizonte C e nos horizontes A<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>. A fração argila é predominante ao longo do perfil do solo, sobretudo, nos horizontes B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> onde os teores de argila total foram de 646 e 576 g Kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 1.** Matéria orgânica, análise granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação dos horizontes amostrados em uma encosta de Montes Claros/MG

Horizonte	Profundidade (cm)	Matéria Orgânica (g Kg <sup>-1</sup> )	Composição granulométrica da Terra Fina Seca ao Ar (g Kg <sup>-1</sup> )			Argila Dispersa em Água (g Kg <sup>-1</sup> )	Grau de Floculação (%)
			Areia	Silte	Argila		
			A <sub>1</sub>	0-20	22		
A <sub>2</sub>	20-50	21	180	377	443	359	18,9
B <sub>1</sub>	50-90	11	80	274	646	0	100,0
B <sub>2</sub>	90-140	8	100	324	576	5	99,1
C	140-300	2	20	600	380	0	100,0

Em relação à argila dispersa em água (ADA), os valores dos horizontes A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> foram 204 e 359 g Kg<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto que os horizontes mais profundos (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C) apresentaram valores 0, 5 e 0, respectivamente (Tabela 1).

Quanto à matéria orgânica, foi constatado que os valores decresceram à medida que a profundidade do perfil aumentou. O horizonte A<sub>1</sub> apresentou 22 g Kg<sup>-1</sup>, enquanto que no A<sub>2</sub> foram registrados 21 g Kg<sup>-1</sup>. Por outro lado, os horizontes B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C apresentaram valores de 11, 8 e 2 g Kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1).

A presença de matéria orgânica geralmente com valores mais altos nos horizontes superficiais, faz com que a ADA seja maior nesses horizontes e menor nas camadas mais profundas (Encinas et al., 2009; Gasparetto et al., 2009). A matéria orgânica aumenta a argila dispersa em água porque quando há muitos ácidos orgânicos e argilas com cargas negativas podem ocorrer um processo de repulsão dos colóides. Para Alleoni e Camargo (1994) a presença de cargas negativas associadas à matéria orgânica produz forças repulsivas que são suficientemente grandes para manter o distanciamento dos colóides, fazendo com que as argilas permaneçam dispersas, sendo Portanto, comum a presença de elevadas taxas de ADA nos horizontes superficiais.

Considerando-se o grau de floculação em relação à argila total percebe-se que os valores de argila dispersa em água nos horizontes A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> são muito altos, pois os valores do grau de floculação dos dois horizontes superficiais foram de 36,4 e 18,9%, respectivamente. Assim, para o horizonte A<sub>1</sub> do total de argila presente no horizonte, 36,4% está potencialmente agregada (floculada) e 63,6% está potencialmente dispersa e passível de ser erodida com mais facilidade. Em relação ao horizonte A<sub>2</sub>, apenas 18,9% da argila total está agregada. Desse modo, 81,1% do total de argila dos horizontes A<sub>2</sub> estão dispersos e podem ser perdidos. Na área já se observa, a presença de solo exposto passível de se movimentar com mais facilidade (Figura 5). Quanto aos horizontes B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C, os valores de grau de floculação (GF) foram de 100, 99,1 e 100% respectivamente. Esses valores elevados estão relacionados ao fato das argilas desses horizontes apresentarem uma maior estabilidade.

Ao considerar-se os valores de ADA e GF, infere-se que os horizontes superficiais podem assumir características de grande instabilidade em uma situação marcada por eventos pluviométricos extremos, causando risco às populações que possuem suas casas sobre os barrancos em que se encontram esses horizontes. A situação se torna preocupante ao se observar os valores de silte presentes no perfil e a ausência de vegetação em alguns pontos ao

longo do barranco. Os valores de silte são relativamente altos em todos os horizontes e essa partícula é muito instável devido à sua leveza e ao fato de não apresentar carga.

**Figura 5.** Horizontes superficiais do solo expostos com construção de muros de arrimo na área para evitar os deslizamentos.



**Autor:** BELÉM, 2011.

Desse modo, os processos erosivos da área necessitam ser controlados, pois nessas condições os sulcos formados podem aumentar desestabilizando os barrancos e favorecendo os deslizamentos. Nesse sentido, há necessidade de se implantar medidas preventivas na área visando à contenção de processos erosivos que venham a potencializar movimentos de massa. Cabe mencionar que o tipo de rocha encontrado sob os horizontes estudados não favorece os deslizamentos, já que não apresenta superfície lisa como granitos e gnaisses e os escorregamentos exigem eventos pluviométricos extremos à realidade climática do norte de Minas. No entanto, recomenda-se a construção de muros de arrimo e que todos os taludes da avenida sejam revestidos de vegetação para se evitar a formação de ravinas capazes de desestabilizar o solo e favorecer os movimentos de massa.

## CONCLUSÕES

Os valores da argila dispersa em água nos dois primeiros horizontes não foram elevados se analisados isoladamente, mas ao se considerar os valores da argila total e o grau de floculação (GF), a argila dispersa em água nos horizontes A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> foi muito alta e quanto maiores os valores de ADA, maior é a tendência a processos erosivos e escorregamentos; Em todos os horizontes constataram-se valores de silte relativamente altos. Fato preocupante pois essa partícula é muito instável devido à sua leveza e ao fato de não apresentar carga; Os maiores teores de matéria orgânica foram registrados nos horizontes A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> indicando que os horizontes superiores são mais susceptíveis a escorregamentos em situações marcadas por eventos pluviométricos extremos;

Embora a possibilidade de movimentos de massa seja pouco provável, em virtude da cobertura vegetal não está sendo retirada, favorecendo a manutenção da estabilidade dos taludes, se recomenda a construção de muros de arrimo ao longo de toda a encosta.

## AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do Laboratório de Geomorfologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais e em especial, à Nívia que demonstrou muito empenho e disposição para ajudar nos momentos mais difíceis.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, C.; FEIJÓ, R. L. Aspectos ambientais dos escorregamentos em áreas urbanas. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 193-223.
- ALLEONI, L. R. F.; CAMARGO, O. A. Atributos físicos de Latossolos Ácricos do norte paulista. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 321-326, 1994.
- AZEVEDO, A. C.; BONUMÁ, A. S. Partículas coloidais, dispersão e agregação em latossolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 609-617, mar/abr. 2004.
- BELÉM, R. A. **Projeto Caminhadas no Parque: uma proposta de educação ambiental para o Parque Municipal da Sapucaia – Montes Claros/ MG**. 2002. 55f. Monografia (Especialização em Geografia Ensino e Meio Ambiente) - Centro de Ciências Humanas, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2002.
- COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais. **Mapa geológico do Estado de Minas Gerais Escala 1: 1.000.000**. 1ª ed. Belo Horizonte: COMIG, 2003.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- ENCINAS, O. C. et al. Argila dispersa em água de floculação de argilas na camada superficial do solo como parâmetro indicador de recuperação de áreas alteradas na província petrolífera de Urucu, Coari – AM. In: ANAIS DA REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 1º Edição. 2009, Manaus: editora UFAM, 2009. Disponível em <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/61ra/resumos/areas/listaE.1.1.htm>>. Acesso em 20 de junho de 2011.
- GASPARETTO, E. C. et al. Grau de floculação da argila de um latossolo vermelho utilizado com lavoura e mata nativa. **Synergismus Scyentifica**, Pato Branco, v. 4, n.1, p.1-3, 2009.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 189 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Resultados do censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em 26 de junho de 2011.
- JATOBÁ, L.; LINS, R. C. **Introdução à geomorfologia**. 5ª Edição Recife: Edições Bagaço, 2008. 244 p.
- OLIVEIRA, J. B. Pedologia aplicada. Edição 1. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592 p.
- PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. 4ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656p.
- RESENDE, M. et al. 4ª Edição. **Pedologia**: base para a distinção de ambientes. Lavras: Editora UFLA, 2007. 338 p.