



ISSN: 1984-3151

PREVENÇÃO E CONTENÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS CAUSADOS PELA EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS

PREVENTION AND CONTENTION OF EROSION PROCESS CAUSED BY CITY EXPANSION IN BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS

André Bicalho Luz¹; Bárbara Carolina de Oliveira Passos¹; Bianca de Castro Sampaio¹; Eduardo Teixeira Gregório¹; Jeisiane Rodrigues Pinto¹; João Cláudio Dimeira¹; Juliana Pinheiro Gonçalves¹; Nayla Izabel Souza Moreira¹; Camila Moreira de Assis²

- 1 Graduandos da Engenharia Ambiental do UniBH. Belo Horizonte, MG. andreicalho07@gmail.com; barbara_karolina_cbjr@hotmail.com; bjasampaio92@yahoo.com.br; gt.gregorio@gmail.com; jeisianerodriguespinto@hotmail.com; claudio.dimeira@gmail.com; julianapq2013@gmail.com; naylaizabel@hotmail.com.
- 2 Doutora. UFMG, 2012. Professora Adjunta do UniBH. Belo Horizonte, Minas Gerais. camila.assis@prof.unibh.br

Recebido em: 06/08/2014 - Aprovado em: 20/11/2014 - Disponibilizado em: 30/11/2014

RESUMO: Um processo erosivo ocorrente na Região Oeste de Belo Horizonte, no bairro Buritis, foi analisado a fim de se descobrir se a urbanização o afetaria, além de propor medidas de prevenção e sua contenção. Este foi denominado como ravina; realizaram-se análises morfológicas do solo para que seu tipo e horizontes fossem estabelecidos, além de indicar se o solo era susceptível à erosão. Através de uma análise estatística, descobriu-se uma relação entre as porcentagens de alguns componentes do solo. Verificou-se que a área em estudo, com o auxílio da declividade, do tipo de solo e do alto nível de urbanização possui alta susceptibilidade a sofrer processos erosivos. Um método de prevenção seria a não ocupação da área, visto sua alta declividade e o tipo de litologia extremamente friável. Os métodos de contenção mais indicados para a área seriam a revegetação do local em conjunto com as paliçadas. As plantas mais indicadas são *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), *Puerária* (*Pueraria phaseoloides*) e *Sesbânea* (*Sesbania virgata*), que são de portes arbustivo-arbóreas, podem ser utilizadas em consórcio com as gramíneas. É importante esclarecer que a recuperação de qualquer área deve ser realizada através de muitos estudos e por uma equipe técnica multidisciplinar, em que os aspectos social, econômico e ambiental sejam considerados na tomada de decisões.

PALAVRAS-CHAVE: Processos erosivos. Análises. Urbanização. Diagnósticos. Buritis. Belo Horizonte.

ABSTRACT: One occurring erosion process was analyzed in the West Region of Belo Horizonte, in the neighborhood Buritis, to be discovered if urbanization affect this process, and to propose measures to prevent and contain the same. This was termed as the ravine, and morphological analyzes of the soils were so their horizons and soil type were established, and indicate whether the soil was susceptible to erosion. The statistical analysis was discovered a relationship between the percentages of some soil components. It was found that the area under study, with the aid of the slope, soil type and the high level of urbanization, has high susceptibility to suffer erosion. A method of prevention would be no occupation of the area itself, because of its high slope and type of extremely friable lithology. The most suitable methods of restraint to the area to be local revegetation in conjunction with the palisades. The most suitable plants are *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), *Puerária* (*Pueraria phaseoloides*) and *Sesbânea* (*Sesbania virgate*), which are woody sizes, in consortium with the grasses. It is important to clarify that the recovery of any area should be carried out by many studies and a multidisciplinary technical team, in which social, economic and environmental aspects are considered in decision making.

KEYWORDS: Erosion processes. Analyzes. Urbanization. Diagnoses. Buritis. Belo Horizonte.

1 INTRODUÇÃO

A erosão é caracterizada pelo desgaste da superfície da Terra, e este processo pode ocorrer de forma natural, sendo causado pela ação hídrica, eólica, glacial ou por outros agentes geológicos, podendo ocorrer também por meio antropogênico, em que a interferência humana altera este processo natural, acelerando sua ação e intensidade. Existem principalmente três níveis de processos erosivos, classificados de acordo com sua intensidade, causa e profundidade: os sulcos, ravinas e voçorocas (SILVA, 2007).

As consequências mais graves de erosões são: eliminação de terras férteis, devastação de estradas e outras obras de engenharia, riscos de desabamentos de residências, assoreamento de rios e receptáculos, recobrimento de solos férteis nas planícies de inundação, devastação de habitats, rebaixamento do lençol freático no entorno com secagem de nascente, alteração de pastagens e culturas agrícolas, diminuição da produção de cisternas e complicação de acesso a determinadas áreas (TEIXEIRA; GUIMARÃES, 2012).

Segundo Carvalho, Lima e Mortari (2001), a prevenção dos processos erosivos inicia-se com a adoção de um planejamento de uso e ocupação do solo da região escolhida, envolvendo um Plano Diretor, uma definição do limite para ocupação, expansão do perímetro urbano e disciplina dos loteamentos, a fim de se definir restrições de uso e ocupação do solo justificáveis do ponto de vista social e econômico.

No caso da urbanização, obras como loteamento, sistema viário, infraestrutura urbana e área industrial ocorrem por intervenções antrópicas que se caracterizam pela remoção da cobertura vegetal, terraplanagem, cortes, aterros, desmatamentos, sistemas de drenagem e escavações. Tais intervenções acarretam impactos ambientais, como

processos erosivos, modificações da paisagem, escorregamentos, poluições atmosféricas, do solo e hídrica, resultando em consequências como os assoreamentos, inundações e enchentes, além de contaminações do ar, solo e água (UFMS, 2014).

O fato de que alguns solos se erodem mais rapidamente do que outros, em condições ambientais equivalentes, deve-se à vulnerabilidade que estes possuem quanto à erosão, de acordo com os seus diferentes atributos físicos e químicos. O tipo de uso do solo e a sua cobertura vegetal são fatores que interferem bastante no processo erosivo. Quando um solo é utilizado de forma correta e existe uma cobertura vegetal, ocorre a proteção de perda de material, pois este fica protegido de forma direta e indireta contra os elementos modificadores das formas do relevo (KAWAKUBO *et al.*, 2005).

Uma vez que formas acentuadas de erosão encontram-se instaladas, torna-se praticamente inviável sua eliminação, tornando-se necessária sua contenção. Para realizar o controle de um processo erosivo, primeiramente deve-se isolar a área afetada, realizar análises químicas e texturais do solo, além de construir estruturas que diminuam a movimentação e a perda de sedimentos (TEIXEIRA; GUIMARÃES, 2012). De acordo com o autor, as principais medidas de contenção de um processo erosivo são:

- **Revegetação:** a cobertura vegetal é uma forma de proteção natural contra a erosão e tem como benefícios a dispersão da água, proteção do solo contra a precipitação direta, melhora da estrutura do solo através da adição de matéria orgânica, decomposição das raízes de plantas e diminuição da velocidade de escoamento da água.

- **Paliçadas:** são estruturas estáticas de arrimo formadas por uma sucessão de estacas posicionadas próximas umas das outras, utilizadas para conter terrenos instáveis. Para isso, constrói-se uma cortina e escava-se de um lado, sem que haja perigo de

deslizamento. As cortinas devem ser construídas com mourões de eucalipto de 2,20 m de altura e 15 cm de diâmetro, podendo também ser utilizados bambus como materiais.

- **Obras de dreno:** para isso, pode-se utilizar a técnica de marcação do terreno, para que ocorra o acompanhamento das curvas de nível num tipo de sulco ou canal, interceptando as águas das enxurradas e conduzindo o excesso de água pelo canal, pois é necessário que haja a drenagem da água, criando uma infiltração forçada e desviando os fluxos de água da erosão.

- **Retaludamento:** essa técnica oferece maior consistência aos taludes, que são superfícies inclinadas limitantes de um maciço de terra, rocha ou ambos. Para isso, deve-se aplicar métodos de conservação do solo (controle de escoamento de água e manutenção da proteção do solo) aliados a métodos de caráter preventivo e corretivo. Também é preciso controlar a vazão, a declividade ou a natureza do terreno para contenção de erosões. Para que haja controle de vazão, é necessário desviar ou conduzir a água por caminhos preferíveis em relação ao sulco erosivo. O controle do sulco é obtido com retaludamento ou adição de obstáculos que diminuem a velocidade de escoamento da água.

- **Terraceamento:** os terraços consistem em sulcos ou valas e são construídos na direção de maior declive (transversalmente), aumentando a penetração de água no solo e controlando a área erodida. Tem como principais objetivos diminuir as perdas de solo, diminuir a velocidade e volume das enxurradas, aumentar a infiltração de água, reduzir o pico de descarga dos cursos da água e amenizar a topografia. Cada terraço tem a função de proteger a faixa que está abaixo ao receber água da faixa que se encontra acima deste. É fundamental que seja feito em áreas com grande ocorrência de chuva, cuja intensidade e

volume conseguem superar a capacidade de infiltração da água do solo.

Segundo Araújo (2005), o bairro Buritys apresenta relevo acidentado, altas declividades, encostas íngremes e subsolo bem instável, possibilitando, assim, os escorregamentos e processos erosivos. Grande parte do bairro encontra-se inserido no Grupo Sabará, significando que a litologia típica é um filito, rocha extremamente friável, apresentando xistosidade. Sendo assim, o bairro que antes proporcionaria à sua população residencial uma satisfatória qualidade de vida vem se transformando em um espaço desordenado e caótico, devido à grande concentração de edificações, crescimento populacional, diminuição das áreas verdes e impermeabilização do solo.

Deste modo, o local de estudo foi escolhido devido à preocupação com o crescente registro de ocorrências e acidentes por processos erosivos, sendo que o objetivo principal deste trabalho é identificar o processo erosivo ocorrente na região e propor uma medida de prevenção e contenção. Para atingir tal objetivo, focou-se nas seguintes etapas:

- Identificar os aspectos físicos do solo, tais como: geologia, declividade, vegetação, processos naturais e antrópicos.
- Realizar estudos em campo, além de análises morfológicas do solo e com ferramentas computacionais.
- Discutir uma medida de prevenção da área de estudo.
- Propor um método que reduza o nível do processo erosivo.

2 METODOLOGIA

Foram realizadas visitas a campo, nos dias 21 e 29 de março de 2014, nos períodos da tarde e manhã, respectivamente, para que o solo fosse coletado a fim

de ser analisado, sendo que, além disso, foram realizadas algumas medições do processo erosivo.

No dia 21, a temperatura se manteve entre os 25° C e 28° C, além de não ter ocorrido precipitação acumulada (INMET, 2014). Foram demarcados três pontos para a coleta do solo (FIG. 1), em que foram retiradas três amostras, em cada ponto, com o auxílio de um trado, com profundidades variando da superfície aos 45 cm, para que se obtivesse grau de variabilidade. Normalmente, a amostra mais superficial do perfil do solo contém um maior teor de matéria orgânica, sendo que o teor de material inorgânico vai aumentando, de acordo com a profundidade. No dia 29, a temperatura se manteve entre os 25° C e 28° C, além de não ter ocorrido precipitação acumulada (INMET, 2014).



Figura 1: Localização dos pontos de coleta do solo
Fonte: GOOGLE EARTH (Adaptado), 2011.

Foi realizada a medição da erosão em si com o auxílio de uma trena, dividindo-a em seis áreas de 5 m² e marcando-se sete pontos, onde a profundidade em cada ponto foi demarcada, para que fosse gerada a localização do processo erosivo propriamente (FIG. 2).



Figura 2: Localização dos pontos para medição
Fonte: GOOGLE EARTH (Adaptado), 2011.

Foram utilizados o trado Holandês (FIG. 3) e sacos plásticos para a retirada e acondicionamento do solo. A medição da área de estudo foi realizada através de trena, e o GPS foi utilizado para a demarcação das coordenadas e as respectivas elevações dos pontos de coleta (FIG. 4). O GPS foi configurado no DATUM WGS84, pois os pontos coletados foram amostrados através do *Google Earth*, que utiliza este mesmo DATUM.



Figura 3: Coleta e acondicionamento de solo, com o auxílio do trado e saco plástico



Figura 4: Coleta das coordenadas UTM e elevações através do GPS

Os programas *Google Earth* e *ArcGIS* foram utilizados com o propósito de localizar e georreferenciar as informações obtidas através do GPS, como coordenadas UTM e elevação. O *ArcGIS* também foi utilizado no processamento dos dados e na confecção de mapa.

As análises geotécnicas foram realizadas de acordo com Santos *et al.* (2006). Com o solo amostrado, foram realizadas as análises de cor, granulometria, consistência, estrutura e grau de estrutura. Estas análises possuem a finalidade de descrever as características morfológicas dos horizontes que compõem o perfil de solo, para que se tenha uma visão integrada deste na paisagem.

Para realização da análise da cor, é adequado quebrar os agregados ou torrões para definir se esta é a mesma por dentro e por fora. A caracterização foi realizada em laboratório, através da tabela de cores de *Munsell (Munsell book of color)*, material utilizado na determinação de cores de solos (SANTOS *et al.*, 2006). Como a caracterização foi realizada em laboratório, a amostra estava seca e foi analisada em dois tipos de ambiente: com luz natural e luz artificial. Segundo a notação de *Munsell*, a cor do solo é determinada por um matiz (*hue*), um valor ou tonalidade (*value*) e um croma ou intensidade de saturação (*chroma*). O matiz simboliza o comprimento

de onda dominante da luz refletida pelo objeto. No esquema seguido por *Munsell*, o matiz é representado por um número (de 0 a 10) e uma ou duas letras maiúsculas (R, YR, Y, GY, G, BG, B, PB, P e RP), conforme Ker *et al.* (2012).

A análise granulométrica é a proporção das frações que compõem a massa do solo: areia (parte mais grossa), silte e argila (parte mais fina), sendo que, em campo, para se estimar a proporção dessas frações, utiliza-se o tato. Foi utilizado o Sistema Americano ou Triângulo americano para determinar a classe textural do solo (SANTOS *et al.*, 2006). Para a realização desta análise, foi enviada uma amostra de solo – aproximadamente 100 g – ao Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA, 2014) –, para a determinação real das porções de areia, silte e argila.

A análise de consistência é utilizada para determinar a força existente entre as partículas do solo e de adesão entre estas e outros materiais, conforme a variação de grau de umidade. Para sua determinação, foi necessário descrevê-la nos três estados de umidade: seco, úmido e molhado (SANTOS *et al.*, 2006).

A estrutura refere-se ao padrão de arranjo das partículas primárias do solo, formando os agregados, separadas pelas superfícies de fraqueza. O relato da estrutura foi realizado através da avaliação visual das unidades estruturais com vista desarmada, e o tamanho das unidades estruturais foi utilizado na caracterização deste. O grau de estrutura é a forma como as unidades estruturais se encontram. O grau da estrutura também foi analisado e, assim, as condições de coesão dentro e fora dos agregados foram manifestadas em fraca, moderada ou forte (SANTOS *et al.*, 2006). Todas as análises, exceto a granulométrica, foram realizadas no laboratório de Geotecnia do Centro Universitário de Belo Horizonte.

Realizou-se a confecção de um diagrama de dispersão, para que fosse descoberta a relação entre as variáveis do solo com o processo erosivo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A área estudada encontra-se no bairro Buritis (FIG. 5), na região Oeste de Belo Horizonte, dentro da Bacia do Ribeirão Arrudas.

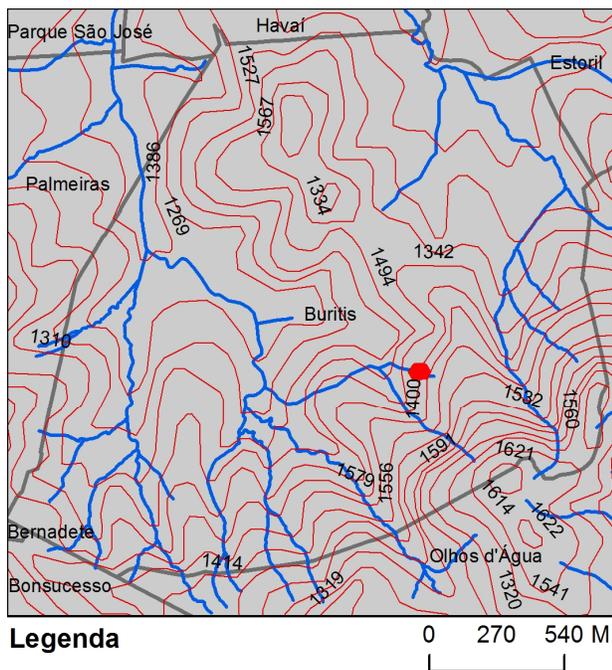


Figura 5: Localização da área de estudo
Fonte: IBGE (Adaptado), 2014.

No mapa, foram adicionadas curvas altimétricas para mostrar a declividade da região, além das redes de drenagem, pois foi verificado que há uma drenagem a montante da área de estudo que, somada à alta declividade, influencia de forma intensa a velocidade de escoamento superficial da água, esta resultante da precipitação, não permitindo que ela infiltre e faça a recarga de cursos hídricos, causando grande susceptibilidade à erosão hídrica. A área em estudo encontra-se a aproximadamente 1400 m de altitude, com as curvas altimétricas indo de 20 em 20 m.

O processo erosivo foi identificado como ravinamento, que ocorre quando a água precipitada se concentra

em um sulco e aprofunda, podendo alcançar grandes profundidades. A ravina possui 30 metros de comprimento, com profundidades variando de 0,15 metros a 3 metros. Foi identificado também outro tipo de erosão, nas paredes da ravina, denominado como pináculos, os quais são formados pelas gotas de precipitação, que rompem as partículas do solo, deixando somente a rocha no seu topo. A litologia típica encontrada é o filito, rocha extremamente friável, com frente bem intemperizada. A declividade na área estudada é bem intensa, fazendo com que o escoamento superficial da água seja turbulento, favorecendo a erosão hídrica.

A análise da cor apresentou os seguintes resultados, em luz ambiente e em luz natural, respectivamente, conforme os três pontos de coleta de solo:

- **Ponto 1:** A notação 5YR 6/4 representa a cor com matiz 5YR, valor 6 e croma 4 (MUNSELL, 2000), que corresponde a cor bruno-avermelhado-claro (*Light reddish brown*). As cores vermelhadas são resultantes da presença de óxidos de ferro (Fe) livres, com participação predominante de hematita (Fe_2O_3), e indicam boas condições de drenagem (KER *et al.*, 2012).

- **Ponto 2:** A notação 10R 5/4 representa a cor com matiz 10R, valor 5 e croma 4 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor vermelho-acinzentado (*Weak red*). As cores acinzentadas devem-se à presença de ferro na forma reduzida (FeII), indicando ambiente imperfeito, há muito mal drenado, sujeito a hidromorfismo acentuado (KER *et al.*, 2012).

- **Ponto 3:** A notação 10YR 6/6 representa a cor com matiz 10YR, valor 6 e croma 6 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor amarelado-brunado (*Brownish yellow*). As cores amareladas indicam a presença de gibbsita [$\text{Al}(\text{OH})_3$]. Assim refletem condições de boa drenagem, mas são mais frequentes em áreas de condições climáticas pretéritas, ou atuais, mais

úmidas, sem estação seca pronunciada (KER *et al.*, 2012).

- **Ponto 1:** A notação 5YR 6/6 representa a cor com matiz 5YR, valor 6 e croma 6 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor amarelo-avermelhado (*Reddish yellow*). As cores amareladas indicam a presença de goethita [FeO (OH)] e a virtual ausência de hematita. Essas refletem condições de boa drenagem, mas são mais frequentes em áreas de condições climáticas pretéritas, ou atuais, mais úmidas, sem estação seca pronunciada (KER *et al.*, 2012).

- **Ponto 2:** A notação 2.5YR 6/4 representa a cor com matiz 2.5YR, valor 6 e croma 4 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor bruno-avermelhado-claro (*Light reddish brown*). As cores vermelhadas são resultantes da presença de óxidos de ferro livres, com participação predominante de hematita (Fe_2O_3), indicando boas condições de drenagem (KER *et al.*, 2012).

- **Ponto 3:** A notação 10YR 7/6 representa a cor com matiz 10YR, valor 7 e croma 6 (MUNSELL, 2000), que corresponde à cor amarelo (*Yellow*). Refletem condições de boa drenagem, mas são mais frequentes em áreas de condições climáticas pretéritas, ou atuais, mais úmidas, sem estação seca pronunciada (KER *et al.*, 2012). Sendo assim, o solo apresenta resumidamente cores pálidas, indicando que sua fertilidade é baixa, denominando-o deste modo como distrófico.

A análise granulométrica da amostra foi realizada em triplicata para que fosse conferido um grau de variabilidade e observa-se que os resultados encontram-se bem próximos, conforme Tabela 1.

Tabela 1

Análise granulométrica do solo

Pontos de coleta	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
1	49 %	40 %	11 %
2	52 %	36 %	12 %
3	47%	42 %	11 %

A classe textural encontrada neste solo através dos dados da Tabela 1 é denominada como Franco, possuindo textura média e sendo conhecida pelo nome comum de solo franco, significando que este possui grandes quantidades de areia e silte, fazendo com que se torne muito susceptível à erosão, já que a quantidade de argila, que é o componente responsável por dar coesão às partículas, encontra-se aquém do indicado.

Ao se analisar os dados, com o auxílio do programa *Microsoft Excel*, foi possível dimensionar a percentagem de silte sabendo, inicialmente, a percentagem de areia (FIG. 6). Assim, é mostrado que quanto maior for a percentagem de silte, menor será a percentagem de areia.

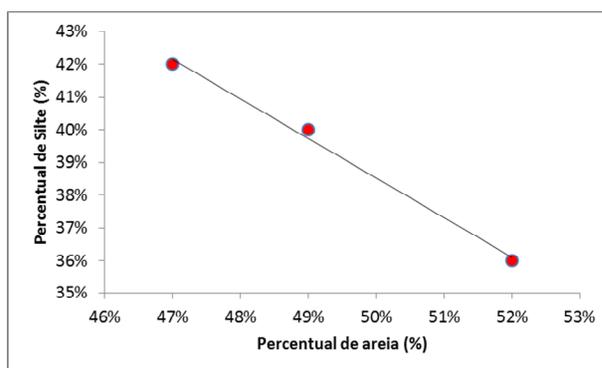


Figura 6: Diagrama de dispersão dos componentes do solo

Na análise de consistência, observou-se o mesmo padrão para as três amostras analisadas. O solo, quando seco, apresentou consistência macia, em que sua massa é frágil e fracamente coerente, fazendo com que este se quebre facilmente em grãos individuais ou em material pulverizado sob pressão muito leve. Quando úmido, o solo apresentou consistência friável, pois, sob pressão fraca e moderada entre o polegar e o indicador, o material esboroa-se facilmente, agregando-se por compressão posterior. O solo molhado apresentou consistência ligeiramente plástica, pois há a formação de um fio que pode ser facilmente deformado. Além disso, quanto à pegajosidade, o material analisado mostrou-se ligeiramente pegajoso, uma vez que aderiu facilmente ao polegar e indicador, desprendendo-se de um deles facilmente quando a pressão foi cessada. Assim, observou-se que este solo possui grande susceptibilidade à erosão hídrica, ocasionada pela precipitação, em que a presença de uma quantidade mínima de água já ocasionou uma ruptura à estabilidade do solo.

Ao se realizar a análise de estrutura para as três amostras selecionadas, verificou-se que todas apresentaram as mesmas características: o tipo de estrutura é o de bloco angular, uma vez que suas unidades estruturais apresentaram faces planas e ângulos vivos na maioria dos vértices. Além disso, verificou-se que possuem tamanho de estrutura médio, desfazendo-se em pequeno e muito pequeno. As amostras apresentaram grau de estrutura fraco, pois as unidades estruturais são pouco frequentes em relação à terra solta. Deste modo, verificou-se que, mesmo que a estrutura do solo seja em bloco, fornecendo assim uma boa retenção de água e nutrientes, o grau de estrutura entre eles é fraco, mostrando que não há coesão entre os grãos, favorecendo e muito sua ruptura.

Foi também observado que, na área de estudo, o solo em si é denominado como Cambissolo (EMBRAPA

SOLOS, 2008), sendo que este é determinado pela profundidade – até 50 cm -, além de possuir estrutura e grau de organização fraca. Possui um início de formação do horizonte A, com aproximadamente cinco centímetros (cm) de profundidade, influenciado pela vegetação encontrada acima dele, ainda fracamente desenvolvido. Possui também, logo abaixo deste, um horizonte B, com aproximadamente 20 cm de profundidade, fracamente desenvolvido, com estruturas extremamente fracas denominado como Bi, que significa solo incipiente, ou seja, em início de formação, possuindo cor pálida, típico do material encontrado no horizonte C, encontrado logo abaixo deste, com aproximadamente 1,5 metro (m) de profundidade que está em transformação, possuindo altos teores de areia e silte. Além disto, há uma cobertura pedológica alóctone associada aos horizontes do solo, conhecida também por colúvio, que é o material constituído pelo filito intemperizado, não possuindo nenhum grau de organização, e encontra-se totalmente solto, tendo sofrido deslizamento, vindo de uma parte superior, provavelmente do horizonte C, onde se depositou. Devido à direção do mergulho da rocha, pode-se afirmar que a área está relativamente estável, já que a construção encontra-se em sentido contrário a este, além de possuir aproximadamente dois metros de profundidade de solo.

A medida de prevenção mais adequada para a área de estudo seria a não ocupação do terreno, pois a erosão natural existente foi altamente intensificada pelo processo de urbanização do local. Com o auxílio das imagens de satélite (figuras 1 e 2), foi verificado que, no momento da terraplanagem para a construção do imóvel ao lado da área de estudo, ocorreu a deposição de grande parte deste solo exatamente na área estudada. Com isso, após intensas precipitações, o processo erosivo existente, mas recoberto pelo solo da terraplanagem, ressurgiu e tornou-se muito mais intenso, causando prejuízos na construção do imóvel.

Após algum tempo, foram tomadas algumas medidas de contenção para o próprio imóvel, o qual beneficiou de certa forma a área estudada, através da canalização da água precipitada, diminuindo o volume que escoava pela ravina.

Uma alternativa de contenção deste processo erosivo seria a utilização de paliçadas de madeira ou bambu, que são usadas tanto para conter as paredes da ravina como para reduzir a velocidade de escoamento superficial da água, contribuindo para a retenção dos sedimentos transportados. Com o tempo, sedimentos serão acumulados na base da paliçada, possibilitando grandes chances de surgimento de vegetação e, no caso, se o bambu for utilizado ao invés da madeira, ele poderá brotar no solo, funcionando como uma barreira natural. Esta contenção tem que ser dimensionada a fim de suportar e resistir à pressão e à força da água precipitada, que escoam superficialmente, de maneira turbulenta, carregada de grandes e pequenos sedimentos.

Outra medida viável para a contenção da erosão seria a revegetação da área juntamente com a paliçada; porém faz-se necessário corrigir o pH do solo, uma vez que este é distrófico, não conferindo fertilidade alta. Esta correção poderá ser feita através da adição de cálcio ou algum fertilizante mineral composto de cálcio e fosfato. Após a correção, a vegetação deverá conter, de preferência, espécies leguminosas, que têm como função uma boa fixação biológica de nitrogênio e uma boa cobertura de solo. Alguns exemplos podem ser citados, como a Leucena (*Leucaena leucocephala*), uma espécie perene e arbórea, que tem boa tolerância a ambientes ligeiramente úmidos e suporta consórcio com gramíneas; a Puerária (*Pueraria phaseoloides*), uma espécie perene e trepadora, que apresenta uma boa cobertura da superfície e é facilmente adaptável a ambientes úmidos, quentes e úmidos, sendo muito utilizada em focos de processos erosivos, além da Sesbânia (*Sesbania virgata*), do tipo arbustivo-arbórea, muito

ramificada e altamente adaptável a ambientes úmidos, pois, além de possuir uma boa tolerância climática, é muito utilizada para recuperação de áreas degradadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado que o tipo de solo encontrado na área estudada não possui horizontes formados, fazendo com que o material encontre-se bastante solto. A litologia típica também é extremamente friável, característica que, somada ao Cambissolo, confere grande susceptibilidade à erosão.

Assim, a medida de prevenção mais adequada para a área em estudo encontra-se de acordo com o que é verificado no Plano Diretor de Belo Horizonte e no Zoneamento Ecológico Econômico. Estes dois instrumentos são utilizados nas políticas básicas de desenvolvimento urbano e para descobrir informações sobre o potencial social e a vulnerabilidade natural de certas localidades.

As alternativas de contenção mais adequadas para determinado processo erosivo encontram-se em conjunto para um melhor aproveitamento, já que ao utilizá-las é possível conter e revegetar ao mesmo tempo. Além disto, estas podem ser utilizadas neste processo com grande possibilidade de sucesso, pois a ravina encontra-se estável, o que facilita e eleva a potencialidade de recuperação desta área. As plantas mencionadas para a revegetação são de portes arbóreo-arbustivos; elas aumentam a fixação do nitrogênio e se adaptam facilmente ao clima úmido, podendo ser utilizadas em consórcio com as gramíneas. É importante ressaltar que a cobertura vegetal do processo erosivo é essencial, desta forma a utilização das gramíneas deve sempre estar vinculada à recuperação da área.

Deste modo, foi verificado que tais medidas são as mais adequadas para a recuperação da área

estudada, mas é importante esclarecer que a recuperação de qualquer área deve ser realizada através de muitos estudos e por uma equipe técnica

multidisciplinar, em que os aspectos social, econômico e ambiental sejam considerados na tomada de decisões.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. H. G. **Análise Multi-Temporal de Cenas do Satélite Quickbird Usando um Novo Paradigma de Classificação de Imagens e Interferências Espaciais: Estudo de Caso Belo Horizonte, MG.**

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelos Drs. Hermann Johann Heinrich Kux e Teresa Galloti Florenzano, aprovada em 18 de Maio de 2006.

CARVALHO, J. C.; LIMA, M. C.; MORTARI, D. **Considerações sobre prevenção e controle de voçorocas.** Goiânia - GO, Maio 2001. 10 p.

Disponível em:

http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio_erosao/artigos/Artigos/P0406.pdf. Acesso em: 26 fev. 2014.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia: **Boletim informativo das condições atmosféricas em Belo Horizonte.** Coordenadoria de Defesa Civil – Centro de Monitoramento e alertas de risco. Minas Gerais - MG, 2014.4 p.

EMBRAPA SOLOS - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação.**

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Rio de Janeiro – RJ: 2008. 232 p. Disponível em:

http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/curso_ra_d_2008.pdf. Acesso em: 07 maio 2014.

GOOGLE EARTH. **Imagem aérea de satélite.**

Aplicativo: 2011. Acesso em: 12 mar. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Bases georreferenciadas de Belo Horizonte.

Brasília – DF. 2014.

IMA - Instituto Mineiro de Agropecuária. **Resultado Laboratorial realizado pelo IMA no Laboratório de Química Agropecuária.** Análise granulométrica.

Contagem: 2014, 1 p.

KAWAKUBO, F. S. *et al.* **Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando**

geoprocessamento. São Paulo - SP, Abril 2005. 8 p. Disponível em:

<http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10/doc/2203.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2014.

KER, J. C. *et al.* **Pedologia: Fundamentos.**

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, Minas Gerais: 2012. 1. ed. 343 p.

MUNSELL, C. **Munsell soil color charts.** Nova York. Greta Macbeth. 20 p. 2000.

SANTOS, R. D. *et al.* **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** Viçosa – MG. 2005. 5. ed. 50 p.

Disponível em:

http://chasqueweb.ufrgs.br/~elviogiasson/SOL00200%20-%20G%C3%AAnese%20e%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Solos/Textos/Manual_de_Descri%C3%A7%C3%A3o_e_Coleta_de_Solo_no_Campo.pdf

. Acesso em: 27 mar. 2014.

SILVA, A. M. **Caracterização dos fatores naturais e antrópicos responsáveis pelo desencadeamento das feições erosivas na cabeceira do córrego Campo Alegre.** Uberlândia – MG, 18 dez. 2007. 162 p. Disponível em:

http://www.webposgrad.propp.ufu.br/ppg/producao_anexos/009_AntonioMarianodaSilva.pdf. Acesso em: 26 fev. 2014.

TEIXEIRA, N. C.; GUIMARÃES, C. D. C. **Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil.** UFSJ – MG, 28 out. 2012. 14 p. Disponível em:

http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes_interdisciplinares/pdf/revista10/METODOS_DE_CONTENCAO.pdf. Acesso em: 14 mar 2014.

UFMS - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. **Erosão: III Semana de Engenharia Ambiental.**

Planejamento, Conservação e Soluções. Disponível em:

<http://www.pgta.ufms.br/>. Acesso em: 11/03/2014.