



ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DE EROÇÃO LINEAR EM ÁREA URBANA DA CIDADE DE CAMPO MOURÃO-PR¹

LIMA, Vinicius de Oliveira²

CUNHA, Carla Carolina³

DAMACENO, Felipe Martins⁴

REIS, Rafaela Agrela dos⁵

NETO, Santiago Pereira⁶

RESUMO

Este trabalho visa evidenciar as causas da formação de uma ravina localizada em um trecho da área urbana do município de Campo Mourão (Mesorregião Centro-Ocidental Paranaense). Foram realizados levantamentos de informações sobre a influência das características geomorfológicas e climatológicas, e ainda a influência da ação antrópica no desenvolvimento do processo erosivo. A ravina localiza-se na Rua Sebastião Albino Ferreira, no bairro Residencial do Lago. A montante da ravina há ocupação urbana com ruas não pavimentadas, deixando o solo exposto à ação das águas pluviais, as quais têm promovido processos erosivos (sulcos e ravinas), que têm sido constantemente agravados por fatores naturais e antrópicos. Além destes processos erosivos, detectou-se a presença de erosão interna (*piping*), sendo este um indicativo de que a ravina se encontra num estágio erosivo avançado, evoluindo para voçoroca. Analisando as possíveis causas e efeitos destes processos, procurou-se apontar algumas ações mitigatórias, tais como: elaboração de projetos de planejamento urbano visando à construção de galerias pluviais suficientes para drenar o fluxo de água; e aterramento das áreas já afetadas seguido de uma cobertura vegetal adequada, equilibrando assim a dinâmica do ambiente, a fim de melhor preservá-lo.

Palavras-chave: Solo exposto; Erosão linear; Ravina.

¹ EIXO TEMÁTICO: Questão Ambiental Urbana.

² Graduando - Engenharia Ambiental - (UTFPR -Campo Mourão – PR) – vinicius_ol1@hotmail.com

³ Graduanda - Engenharia Ambiental - (UTFPR -Campo Mourão – PR) – carlacarolinacunha@hotmail.com

⁴ Graduando - Engenharia Ambiental - (UTFPR -Campo Mourão – PR) – felippemartins.utfpr@gmail.com

⁵ Graduanda - Engenharia Ambiental - (UTFPR -Campo Mourão – PR) – reis.utfpr@gmail.com

⁶ Graduando - Engenharia Ambiental - (UTFPR -Campo Mourão – PR) – santiago.pereira.n@gmail.com



ABSTRACT

This work aims to highlight the causes of the formation of a ravine located in a part of the urban area of Campo Mourão (Meso West Central Paranaense). Surveys were conducted of information on the influence of geomorphological and climatological characteristics, and also the influence of human activities on the development of erosion. The ravine is located at Rua Sebastião Albino Ferreira, in the neighborhood of Lake Residential. In the amount of the ravine is urban settlement with unpaved streets, leaving the soil exposed to the action of rainwater, which have promoted erosion (furrows and ravines), which have been constantly aggravated by natural and anthropogenic factors. Besides these erosive processes, detected the presence of internal erosion (piping), this being an indication that the ravine is an advanced stage of erosion, evolving to gully. Analyzing the possible causes and effects of these processes, we tried to point out some mitigating actions, such as: development of urban planning projects which aim the construction of storm sewers to drain enough water flow, and ground areas already affected followed by a cover vegetable suitable thus balancing the dynamic environment in order to best preserve it.

Keywords: Soil exposed; Linear erosion; Ravine.

1. INTRODUÇÃO

Os conhecimentos geomorfológicos apresentam grande importância nos estudos ambientais, visto que contribuem para a compreensão da relação homem/natureza, principalmente diante da ocupação e uso antrópico da paisagem (GUERRA e MARÇAL, 2006). Uma das áreas que os estudos geomorfológicos podem ser aplicados nesta perspectiva é nos estudos sobre erosão do solo ocorrente em áreas urbanas.

Erosão é o processo de desagregação, transporte e deposição do solo, subsolo e/ou rocha em estado de decomposição, promovido pela ação das águas (pluviais e fluviais), ventos ou geleiras, (FENDRICH, et al., 1997). Este processo ocorre naturalmente sobre a superfície terrestre, entretanto ela pode ser intensificada por fatores como: interferências antropogênicas, as características geológicas, o regime hídrico, ausência de vegetação, inclinação da vertente, entre outros.

Existem diversas classificações para erosão, dependendo do tipo, origem ou agente tem-se uma nomenclatura distinta, como no caso da chamada erosão hídrica.

A erosão hídrica se inicia quando ocorre a incidência das águas pluviométricas sobre o solo. A continuidade desse processo causa desestruturação do solo, principalmente, quando este se encontra desprotegido, pois as gotas da chuva ao entrarem em contato direto desintegram-no em pequenas partículas que, conseqüentemente, obstruem os seus poros



reduzindo a capacidade de infiltração da água e, desta forma, a água da chuva passará a escoar superficialmente a partir do momento em que a intensidade de precipitação for superior a velocidade de infiltração (CARDOSO et al., 2004).

Havendo escoamento superficial pode ocorrer erosão linear, isto é, erosão provocada pela concentração das linhas de fluxo das águas, resultando em cortes na superfície do terreno que posteriormente podem evoluir para a formação de ravinas e voçorocas (SALOMÃO, 1999).

Os sulcos consistem o primeiro estágio da erosão linear. São pequenos cortes em forma de filetes perpendiculares às curvas de nível. A partir do momento em que os sulcos se desenvolvem e ficam mais profundos, dá-se início a um processo de formação de ravinas. Segundo Schumm et al. (1984), uma ravina é caracterizada por um canal relativamente fundo, instável e em constante processo de erosão, que se forma na cabeceira, lados ou fundo de um vale onde não havia, necessariamente, nenhum canal bem definido inicialmente. Esse processo erosivo pelo qual o escoamento se acumula em canais estreitos, de forma frequentemente recorrente e que, em períodos curtos, remove o solo desta área atingindo profundidades consideráveis (POESEN et al., 2006) é chamado de ravinamento.

Da mesma forma como há conexão entre os sulcos que podem evoluir para ravinas, o alargamento e aprofundamento dessas ravinas podem originar voçorocas, devido à ação erosiva das águas em sua base e partes laterais. As voçorocas são consideradas as formas mais complexas do quadro evolutivo da erosão linear e de difícil controle (GUERRA e BOTELHO, 1996).

Essas três formas de processos erosivos são bastante comuns em áreas urbanas, principalmente porque na maioria das vezes são intensificados pelas atividades antrópicas acarretando impactos socioambientais e econômicos. Geralmente, os processos erosivos ocorrem em áreas menos favorecidas em termos de infra-estrutura (asfalto, galerias pluviais, rede de esgoto, etc.) como as áreas periurbanas ou em processo de expansão urbana. Nestas situações a forma de ocupação (desordenada, irregular ou inadequada), ocasiona pontos de instabilidade do solo devido à ausência de planejamento para a implantação de moradias e outras ações (MAGALHÃES, 2001).

Além dos processos erosivos citados, muitos estudos têm sido desenvolvidos em relação à erosão interna (também conhecida como *piping*, fator condicionante na formação de



voçorocas). Segundo Guerra e Cunha (2007), *piping* são dutos ou túneis formados nos mais variados ambientes a partir de um escoamento subsuperficial concentrado, que resulta no desabamento da superfície. Apesar dos estudos realizados, não se sabe muito a respeito desse fenômeno, justamente pelo fato de o mesmo ocorrer em áreas subterrâneas, dificultando a análise do processo como um todo, bem como sua mitigação.

Em ambas as situações de erosão (superficial ou subterrânea) se torna importante conhecer as causas e consequências dos processos erosivos, visto que são frequentes, principalmente, em áreas periurbanas. Tal conhecimento permite avaliar e diagnosticar os problemas gerados, a fim de fazer o melhor uso dos solos, preservando o meio ambiente e garantindo segurança à população local.

Diante desta temática de erosão, o presente trabalho tem por objetivo analisar as causas e consequências de um processo de ravinamento em área de expansão urbana do município de Campo Mourão-PR. A área vem sofrendo com processos erosivos a cerca de três anos, os quais têm formado sulcos e ravinas com indicativos de formação de voçoroca.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste estudo iniciou com visita ao local para verificação in loco do processo erosivo, bem como para fazer registro fotográfico. Posteriormente, realizou-se o levantamento bibliográfico para compor o embasamento teórico-metodológico do estudo e realizado a caracterização física e antrópica da área.

Para a caracterização foram utilizados materiais como: imagens de satélite geradas pelo software *Google Earth* para localização da área e construção do perfil topográfico; Mapa Geomorfológico do Paraná, escala 1:650.000 (MINEROPAR, 2006); Mapa Fitogeográfico do Paraná, escala 1:2.000.000 (ITCG, 2009); Cartas Climáticas do Paraná (IAPAR, 2000); Mapa Geológico do Paraná, escala 1:650.000 (MINEROPAR, 2001); Mapa de Solos do Paraná, escala 1:600.000 (EMBRAPA, 2007).

Após estas etapas foi possível confrontar as informações dos mapas com as de campo com a literatura e fazer as considerações em relação às causas, consequências, bem como levantar hipóteses a partir dos resultados alcançados.



2.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo corresponde a um processo erosivo linear localizado em uma área de expansão urbana da cidade de Campo. O município localiza-se na Mesorregião Centro-Ocidental do estado do Paraná, entre os paralelos 23°58' e 24°10' de latitude sul e entre os meridianos 52°39' e 52°20' de longitude oeste (Figura 1). Possui uma extensão territorial de aproximadamente 757,11 km² e população com cerca de 87.194 habitantes, sendo que 94% deste total, vive na área urbana (IBGE, 2010).



Figura 1 - Malha urbana da cidade de Campo Mourão – PR
Organização: Vinicius O. Lima - 2012

Geologicamente, o município situa-se em uma região da Formação Serra Geral, formado em sua maioria por rochas efusivas básicas toleíticas com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos, provenientes principalmente de derrames de vulcanismo de fissura continental (MINEROPAR, 2005).

Em relação a aspectos geomorfológicos, o município faz parte da Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, Unidade Morfoescultural do terceiro Planalto Paranaense e Unidades Morfológicas Alto/Médio Piquiri e Planalto de Campo Mourão. A área urbana do município localiza-se sob esta última unidade, a qual apresenta baixa



dissecação, com declividades que variam de 0 a 20%. A forma de relevo predominante é suave ondulado, com topos alongados e aplainados. As vertentes se classificam, principalmente, nas formas retilíneas, com formato côncavo no sopé. Os vales se apresentam forma de ‘V’ aberto e em calha. (MINEROPAR, 2006).

Segundo dados da Embrapa (2007), na área urbana de Campo Mourão são encontrados, em sua maioria, as classes de solos: Latossolos Vermelhos, e Nitossolos Vermelhos. Em relação à vegetação, apresenta ecótono de transição entre as Florestas Estacional Semidecidual Montana e Ombrófila Mista Montana, com encraves de Cerrado/Savana(ITCG, 2009).

Segundo Maack (2002) ao citar a classificação de Köppen (1948), Campo Mourão possui clima Cfa: clima subtropical úmido mesotérmico. Apresenta desta forma, verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração de chuvas no verão, não possuindo estação seca definida. De acordo com dados do Instituto Agrônomo Paranaense (IAPAR, 2000), a cidade apresenta média de precipitação anual que varia entre 1600 à 1800 mm. Possui ainda temperatura média anual entre 20°C e 21°C, sendo que sua temperatura média no mês mais frio é de 18°C e no mês mais quente fica acima dos 22°C. Apresenta ainda umidade relativa anual variando entre 75% à 80%.

Estas características da paisagem do município são refletidas na área de estudo, com exceção do solo, que devido à escala de abordagem não foram comprovadas devido à necessidade de estudos específicos sobre a cobertura pedológica.

O processo erosivo linear estudado localiza-se no bairro Residencial do Lago, na rua Sebastião Albino Ferreira entre as coordenadas geográficas 24°02’42.20” de latitude Sul e 52°21’51.74” de longitude Oeste (Figura 2). Nas proximidades deste bairro localiza-se o Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, que se constitui o principal ponto turístico e de lazer da cidade.

A vertente sob estudo possui um comprimento total, do topo ao sopé de, aproximadamente, dois mil metros. O percurso estudado compreende cerca de 475 m onde, a ausência de pavimentação e a inexistência de galerias pluviais são observadas nos primeiros 275 m. Nos 200 m abaixo há pavimentação asfáltica do tipo apaga pó, contendo três bueiros e um deles se encontra completamente entupido com terra (seta em vermelho Figura 2).

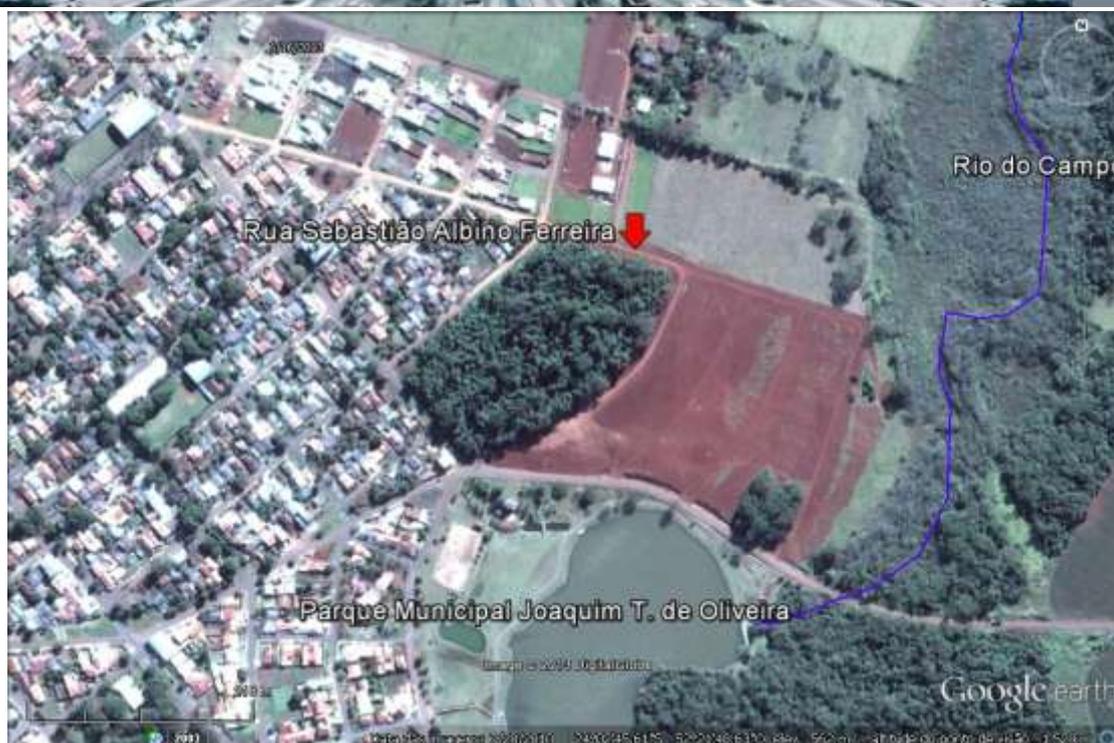


Figura 2 - Localização da Rua (vertente) Sebastião Albino Ferreira
Fonte: *Google Earth* - 2011

Em relação ao uso do solo da área, há o predomínio de gramíneas no entorno do local e nas proximidades existe um fragmento de floresta ombrófila mista. A montante do bairro onde o processo erosivo está instalado, a área urbanizada é densa, porém há a presença de uma rua não pavimentada, a qual deixa o solo exposto aos processos intempéricos.

Seguindo a jusante, as ruas são pavimentadas, porém, as galerias pluviais existentes não possuem potencial de captação suficiente para atender a demanda de água das chuvas que escoam superficialmente pela vertente. Esta situação ocorre, pois não existem tais galerias a montante, e desta forma o volume que escoam torna-se elevado, sua velocidade é acentuada pela declividade do local, e assim, os sedimentos são carregados durante o trajeto. Esta dinâmica tem provocado o desenvolvimento de sulcos e ravinas ao longo da vertente.

A urbanização influencia diretamente na infiltração da água na área. A impermeabilidade causada pela pavimentação das ruas e construção de calçadas cimentadas gera maiores picos de vazão, propiciando a formação de enxurradas com grande potencial erosivo, caso não existam pontos de drenagens eficientes para as águas pluviais (COSTA, 2005).



A malha urbana de Campo Mourão é arquitetada no formato de ‘tabuleiro de xadrez’, ou seja, com quadras no formato quadrado e ruas alinhadas paralelamente. Esse tipo de estruturação contribui para que a energia potencial da água, enquanto escoar superficialmente, aumente ao longo da vertente em direção ao sopé. Isso, pois, a forma de ‘tabuleiro de xadrez’ não conta com nenhum recurso como obras de engenharia para dissipar a energia da água que escoar superficialmente. Quando nenhuma medida de precaução é adotada no planejamento da cidade, impactos adversos podem ocorrer nas vertentes, dentre os quais se encontram os processos erosivos.

Esses implicantes da estrutura urbana da cidade aliados à topografia (rupturas de declive) e a forma da vertente (convexa) fazem com que o carregamento de partículas do solo e a consequente escavação do mesmo, sejam intensificados, ocorrendo de forma contínua.

O problema com erosão linear no trecho analisado, não é recente, sendo que ocorre desde 2011. Esta consideração é feita tendo como base o fato de que estudos vêm sendo realizados no local desde aquele ano. O processo de expansão urbana já havia se iniciado em 2011, sendo que o loteamento já era realidade. Contudo, o local ainda se encontrava desprovido de construções como asfalto, redes de esgoto e água e galerias pluviais (ZUNTINI et al., 2011). A ravina já existia no mês de setembro de 2011, possuindo tamanho significativo (Figura 3). A mesma foi inadequadamente preenchida por restos de construção e terra no mês de novembro do mesmo ano (Figura 4), como uma tentativa de reparação do problema.

Como consequência, passado alguns dias, a ravina que havia sido entupida com entulho e terra começou a dar indícios de retorno (Figura 5). É notável que a medida mitigadora adotada não foi muito eficaz, visto que o correto seria tratar as causas que potencializam a erosão e, posteriormente, realizar o aterramento somente com solo seguido de compactação.



Figuras 3, 4 e 5 - Estado da ravina em 24/09/11, 06/11/11 e 18/11/2011 respectivamente
Fonte: ZUNTINI et al. - 2011

Em maio de 2012 foi verificada a instalação de infra-estruturas como asfalto e galerias pluviais, inclusive cobrindo a ravina existente. Para tanto, esta infra-estrutura se limitou as ruas do bairro Residencial do Lago, não contemplando as ruas do bairro a montante da ravina, o qual continuou com ruas sem asfalto e galerias pluviais. Esta situação desencadeou o desenvolvimento de uma nova ravina a montante da anterior (Figura 6) conforme observado por Lima et al. (2012)



Figura 6 - Instalação de uma nova ravina a montante da ravina anterior
Fonte: LIMA et al. - 2012

Esta ravina atualmente ainda existe no local e tem influenciado no ressurgimento da antiga ravina a jusante, a qual havia sido preenchida com entulho e posteriormente recoberta



com asfalto. Conforme verificações *in loco* feitas em março de 2013, uma nova ravina começou a se formar na mesma área da antiga, apresentando inclusive tentativas de contenção do problema com deposição de entulho da construção civil.

Entretanto dois meses após este período, em decorrência de uma somatória de causas, verificou-se que ocorreu a reativação e evolução da antiga ravina, agora com aproximadamente 2,10 m de profundidade, 2,40 m de largura e 10 m de comprimento (Figura 7).



Figura 7 - Situação atual da ravina

Fonte: Rafaela A. Reis - 2013

Entre as causas para esta situação, três principais se destacam: o regime pluviométrico, o depósito irregular de entulhos da construção civil e a dinâmica da vertente.

No que corresponde ao regime pluviométrico (Figura 8), percebe-se que no mês de maio, ocorreram picos de concentração da precipitação (dias 05, 14, 28 e 29) que podem ser considerados como uma das causas, quando somadas às demais (ruptura de declive, exposição do solo e declividade), para o agravamento do problema.

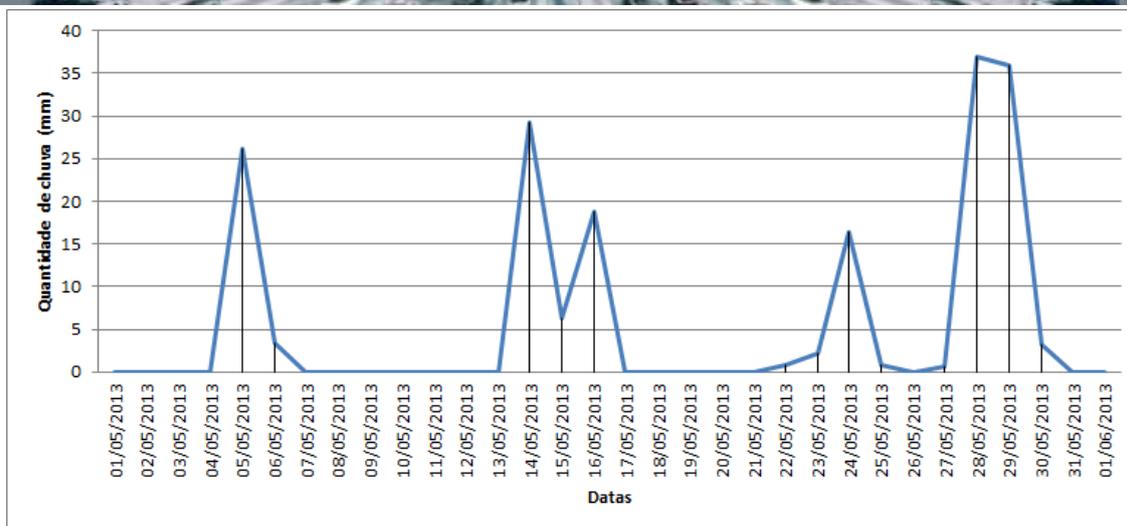


Figura 8 - Regime Pluviométrico do mês de maio de 2013, na cidade de Campo Mourão, PR
 Fonte: INMET - 2013

Já em relação ao depósito irregular de entulhos, verificou-se que a montante da ravina, parte da estrada de terra possui pedregulho e pedriscos, que também são carregados superficialmente pelas águas pluviais para dentro das galerias pluviais a jusante, causando o entupimento das mesmas. Como a área de loteamento vem crescendo por meio de construções, materiais como areia, pedrisco e RSCC (Resíduos Sólidos da Construção Civil) são encontrados *in loco* (Figura 9 e 10). O problema é que todos esses materiais estão dispostos de forma irregular. A areia e o pedrisco deveriam estar dentro de um canteiro de obras e os RSCC em caçamba. Da mesma forma, foram encontrados dentro da ravina resíduos sólidos urbanos (RSU), que foram descartados pela população local (Figura 11), em razão da ausência de conscientização quanto ao problema e consequências que esta ação traz, já que isso atua como fator agravante na erosão.



Figura 9: Deposição inadequada de RSCC em ravina situada no trecho não-pavimentado
Fonte: Rafaela A. Reis - 2013

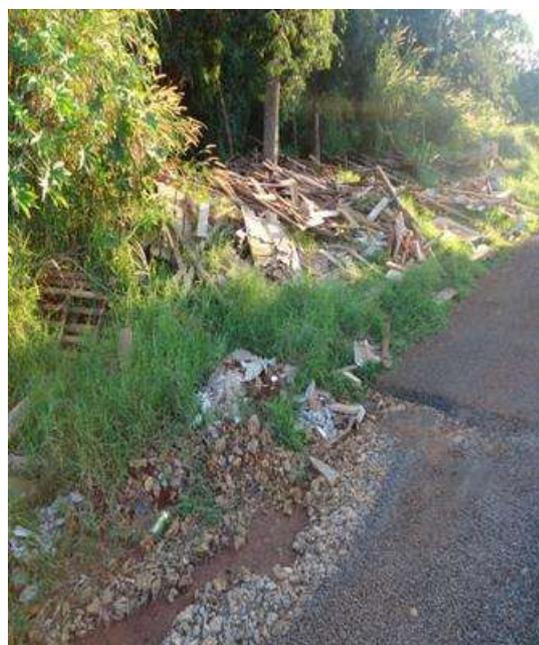


Figura 10 - Deposição inadequada de RSCC na área do loteamento
Fonte: Rafaela A. Reis - 2013



Figura 11 - RSU depositados inadequadamente dentro da ravina

Fonte: Rafaela A. Reis - 2013

No que tange a dinâmica da vertente, duas das principais situações foram consideradas: o formato da vertente e a declividade. Conforme pode ser verificado no perfil topográfico da Figura 12, a vertente (topo ao sopé) onde a ravina está instalada apresenta forma convexa no topo e retilínea na sua maior parte. Na parte correspondente a localização da ravina, verifica-se a existência de uma ruptura no declive que promove o formato convexo-retilíneo-côncavo em direção ao sopé da vertente. Neste setor, a declividade acentua-se, alcançando 13%. No restante da vertente, a declividade varia de 0 a 8%.



Figura 12 - Perfil topográfico da vertente com destaque para a localização da ruptura de declive
Fonte: *Google Earth* - 2010. Organizado pelos autores - 2013

A considerável inclinação da vertente no trecho onde está a ravina, associada ao fato de existir um trecho, à montante, onde o solo está exposto (Figura 13) e não apresentar nenhum sistema responsável pela captação da água pluvial que escoar superficialmente, faz com que a energia potencial da água potencialize a formação de sulcos e, conseqüentemente, de ravinas.



Figura 13 - Vista da vertente de jusante para montante
Fonte: Rafaela A. Reis - 2013



Estas três principais causas que promoveram a reativação e evolução da ravina também têm promovido outra situação que se refere a erosão interna (*piping*) - (Figura 14). Devido ao escoamento subsuperficial concentrado, detectou-se a formação de dutos ou túneis a jusante da ravina em direção ao sopé da vertente. Esta situação cria o risco de solapamentos da superfície e sendo considerado, segundo Guerra e Cunha (1998) como um indicativo de formação de voçoroca.



Figura 14 - Formação de túneis (*piping*) a jusante da ravina
Fonte: Felipe M. Damaceno - 2013

As áreas que sofrem com processos erosivos podem desencadear problemas como redução da especulação imobiliária e instabilidade do solo.

O Residencial do Lago é um bairro novo na cidade e localiza-se próximo ao Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, o que faz com que a região tenha um alto valor imobiliário. Mas, os processos erosivos instalados no bairro podem incitar uma desvalorização recorrente, além do mais, essas fissuras no solo tem um impacto visual negativo na paisagem urbana. Contudo, mais grave que a desvalorização é o impasse, apontado por especulações, entre prefeitura e loteadora, sobre quem deve arcar com os danos erosivos, e, enquanto ninguém assume o problema, ele se alastra.



A ação da água ao longo da vertente estudada também promove a lavagem do solo (LUZ et al., 2002). Além disto, a remoção das partículas constituintes do solo acaba por fragilizá-lo tornando-o desta forma, mais susceptível aos processos erosivos.

Tal fragilidade ocasiona a ruptura da pavimentação existente no local, o que em grande escala, comprometeria o tráfego de veículos. Além disso, as galerias pluviais existentes no trecho pavimentado foram “engolidas” pela ravina, bem como a ocorrência do comprometimento da rede elétrica, rede de água e esgoto do perímetro (Figura 15).



Figura 15 - Danos causados ao longo do meio fio e galerias pluviais

Fonte: Rafaela A. Reis - 2013

2. CONCLUSÃO

O planejamento inadequado da expansão urbana faz com que aspectos negativos sejam observados no local de estudo. Ao iniciar um loteamento é necessário observar não só o ponto a ser loteado, mas todo o entorno (do espigão até o sopé da vertente), visando vários aspectos, como a viabilidade ambiental que reflete, conseqüentemente, na social e econômica.

Em busca de mitigação, ou até mesmo a solução do processo de ravinamento, algumas atitudes podem ser efetuadas para auxiliar na recuperação, tais quais sejam: destinar



corretamente o entulho disposto ao longo da vertente; realizar campanha de conscientização da população para dar um melhor encaminhamento aos resíduos sólidos urbanos; desenvolver projetos de planejamento urbano que busquem diminuir a energia cinética e potencial das águas que vem desde o topo da vertente; aterramento do local seguido pela compactação; utilizar cobertura vegetal adequada; pavimentação do trecho onde o solo está exposto a montante e aplicação de um sistema eficaz na captação das águas pluviais, a fim de diminuir o escoamento superficial concentrado.

As observações feitas no local em relação às causas corroboram com o que descreve Costa (2005), quando expõe que a ineficiência das drenagens pluviais com galerias que não são de porte adequado, acelera o potencial erosivo, sendo consequência esta, do escoamento superficial ocasionado pelo solo pavimentado em grande parte da vertente. Por outro lado, a não existência de impermeabilização a montante, somada a inexistência das galerias, acaba por promover o transporte de sedimentos e aí a instalação dos processos erosivos.

Já em relação à formação de túneis subterrâneos, conhecida também por erosão interna e *piping* (GUERRA, 2009), faz com que a área analisada seja de difícil mitigação, com considerável aumento do risco de desabamento da superfície do local e possível evolução para um processo de voçorocamento.

O processo de ravinamento se encontra na área desde 2011, porém, nenhuma medida contundente foi tomada para a melhora ou fim do problema. O auxílio proveniente de uma equipe técnica capacitada é de extrema importância para a efetivação de um planejamento adequado, deixando de lado métodos repetitivos e errôneos, que diminuem momentaneamente a poluição visual da cratera, mas por fim só agravam e intensificam o problema.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FONSECA, S.; MARTINS, S. G.; MARQUES, J. J. G. S. M. **Erosão hídrica avaliada pela alteração na superfície do solo em sistemas florestais**. Scientia Forestalis, n. 66, p. 25-37, dez. 2004.

COSTA, A.L.C. **Estudo da vulnerabilidade à erosão com a aplicação da Equação Universal de Perda de Solo na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré Pepira, utilizando SIG/SPRING**. Dissertação (Mestrado em Geociências - Área de Concentração: Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP, 2005.



EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapas de solo do estado do Paraná: escala 1:250.000**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

FENDRICH, R.; OBLANDEN, N. L.; AISSE, M. M.; GARCIAS, C. M. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. Curitiba: Champagnat, 4ª ed., 1997.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. **Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos**. *Anuário do Instituto de Geociências*, 2006. UFRJ, 19, 93-114.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 7ª ed., 2007.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 3ª ed., 2006.

GUIMARÃES, R. A. **Erosão: definições, tipos e formas de controle**. IV Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Goiânia, maio de 2011.

IAPAR, Instituto Agrônomo Paranaense. **Cartas Climáticas do Paraná**, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 16 de abril de 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=41&dados=1>>. Acesso em: 16 de abril de 2013.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Convencionais**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/dspDadosCodigo.php?ODM3ODM=>>> Acesso em: 05/06/2013.

ITCG, Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Divisão Político-Administrativa do Paraná**, 2011. Produtos Cartográficos. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>>. Acesso em: 16/04/2013.

LIMA, B. C.; TANAKA, F. Y.; PEIXOTO, G. **Análise de processo erosivo em área de expansão urbana**. Paraná, 2012. Trabalho não publicado.

LUZ, M. J. S.; FERREIRA, G. B.; BEZERRA, J. R. C. **Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem Adotados em Função dos Resultados da Análise do Solo**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA. Campina Grande, PB, 2002. Disponível em: <http://www.ifbaiano.edu.br/unidades/valenca/files/2011/05/adubacao_e_correcao_do_solo.pdf>. Acesso em: 05/05/2013.

MAACK, R. **Geografia Física do Estão do Paraná**. Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná. 2002, 438 p.



MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**, 2007. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2_Geral/Geomorfologia/Atlas_Geomorforlogico_Parana_2006.pdf>. Acesso em: 16 de abril de 2013.

MINEROPAR. **Descrição das Unidades litoestratigráficas do Estado do Paraná**, 2006. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2_Geral/Geologia/PDF_Mapas_Geo_250000/Campo_Mourao.PDF>. Acesso em: 16 de abril de 2013.

POESEN J.; VANWALLEGHEM, T.; VENDE J.; KNAPEN A.; VERSTRAETEN G.; MARTÍNEZ-CASASNOVAS J. **Gully erosion in Europe**. In Boardman J, Poesen J (eds.) *Soil Erosion in Europe*. John Wiley and Sons: 515-536.

SALOMÃO, F. X. T. **Controle e prevenção dos processos erosivos**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R.G. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p.229-267.

SCHUMM S. A.; HARVEY M. D.; WATSON C. C. *Incised Channels*. **Water Resources Publications**, Littleton, Colorado.

ZUNTINI, A. S.; AZEVEDO, B. O.; FELIX, B. R.; GUIMARÃES, I. M.; RIBEIRO, N. U. F. **Análise de processo erosivo em área de expansão urbana**. Paraná, 2011. Trabalho não publicado.