

SIMILARIDADES NA SETORIZAÇÃO DE RISCOS GEOLÓGICOS DOS MUNICÍPIOS DE DRACENA, PARAPUÃ E CAFELÂNDIA, SP

Gabriel Guimarães FACURI¹

(1) Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial, CPRM – Serviço Geológico do Brasil Rua Costa, 55. CEP: 01304-010. São Paulo-SP. Endereço eletrônico: gabriel.facuri@cprm.gov.br

Introdução
Metodologia
Resultados
 Dracena
 Parapuã
 Cafelândia
Discussão
Conclusões
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO - Dracena, Parapuã e Cafelândia são três municípios do interior de São Paulo que tiveram suas áreas de risco geológico a movimentos de massa, inundação, enchentes e processos correlatos setorizadas pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Durante este trabalho percebeu-se diversas semelhanças entre os processos erosivos que geram o risco e suas prováveis causas. Por isso, este trabalho objetiva divulgar os resultados desta setorização de riscos e discutir seus resultados, principalmente no que se refere às semelhanças dos prováveis agentes deflagradores e as consequências destes processos erosivos. As observações mostram que em eventos pluviais mais intensos os problemas estruturais e de planejamento do final das redes de drenagem se somam à alta velocidade e ao grande volume das águas pluviais geradas em um ambiente urbano impermeabilizado. Esta soma acontece em condições geológicas altamente suscetíveis a erosões que colapsam as margens de diversos córregos nestas cidades, além de assoreá-los parcialmente.

Palavras-chave: Solapamento de margem, erosão, drenagem urbana, riscos geológicos.

ABSTRACT - Dracena, Parapuã and Cafelândia are three cities in the state of São Paulo who had their geological risk areas to mass movements, flooding and related processes sectorized by the Geological Survey of Brazil - CPRM. During this work it was noticed several similarities between the erosive processes that generate risk and their probable causes. Therefore, this work aims to disseminate the results of this risk sectorization and to discuss their results, especially with regard to the resemblances of the probable triggering agents and the erosion consequences. Observations show that in more intense rainfall events planning and structural problems of the drainage networks add up to high speed and large volume of stormwater generated on an impermeable urban environment. This sum happens in a geological environment that is highly susceptible to erosion that causes several riverbank collapses in these cities, besides partially silt them up.

Keywords: Riverbank failure, erosion, urban drainage, geological risks.

INTRODUÇÃO

No Estado de São Paulo a erosão é um dos processos mais significativos de degradação do meio físico, uma vez que provocam a deterioração de vias, prejuízos materiais, financeiros e humanos e até a destruição de imóveis, assoreamento de reservatórios e cursos d'água através da movimentação descontrolada de solo e sedimentos (Ponçano et al., 1987). Construções em locais com condições geológico-geotécnicas inadequadas podem gerar problemas financeiros, sociais, ambientais e sanitários, causando prejuízos ao poder público e diretamente a própria população.

Mudanças severas na paisagem resultam em processos de degradação do meio físico, muitas vezes expressos na forma de erosão, principalmente com a eliminação dos horizontes superficiais do solo. Estas feições

erosivas decorrentes da má gestão do uso do solo e do planejamento urbano inadequado aumentam ainda a produção de sedimentos que vão assorear os cursos d'água agravando processos de enchentes, em períodos chuvosos.

Dracena, Parapuã e Cafelândia são municípios localizados no interior do Estado de São Paulo (650, 560 e 411 km de São Paulo-SP e 45.600, 11.110 e 17.424 habitantes estimados em 2014, respectivamente, segundo o IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais) que foram incluídas no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais do Governo Federal (Figura 1). Nesse plano o Serviço Geológico do Brasil – CPRM ficou incumbido de setorizar as áreas de risco alto e muito alto sujeitas a processos de movimentos

de massa, enchentes, inundações e processos correlatos.

Este trabalho visa divulgar os resultados desta setorização de riscos geológicos e discutir seus resultados, principalmente no que diz respeito às semelhanças dos prováveis agentes deflagradores e as consequências destes processos erosivos.

Durante as visitas a estes municípios, percebeu-se que as situações de risco existentes são muito parecidas entre si. Também se destacaram os prováveis agentes deflagradores e condicionantes para que estes riscos se tornassem problemas à sociedade local.

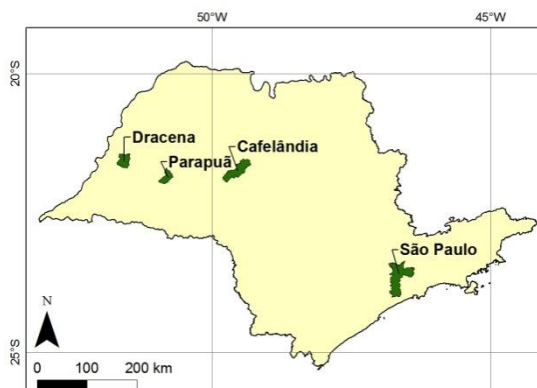


Figura 1. Localização dos municípios estudados no Estado de São Paulo e com relação à capital.

METODOLOGIA

Segundo CPRM (2013), os procedimentos padrões utilizados pela CPRM para a setorização de riscos em regiões urbanas iniciam-se pela utilização de sensores remotos e bases cartográficas, bem como de bibliografia disponível, para o reconhecimento preliminar. A seguir é efetuado contato institucional com as Defesas Civas Municipais por pesquisadores da CPRM, geralmente duplas compostas por geólogos, geógrafos e/ou engenheiros.

Estes procedimentos de trabalhos foram baseados nos adotados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e pelo Ministério das Cidades, juntamente com os critérios de definição de grau de risco de Cerri (2006).

Os municípios de Dracena, Parapuã e Cafelândia foram visitados entre 12 e 23 de maio de 2014, principalmente a área urbana e arredores, para identificar os setores de risco

alto e muito alto a movimentos de massa, inundação e enchente.

A setorização consiste em um polígono delimitado sobre imagens de satélites envolvendo a porção de uma encosta ou planície de inundação com potencial para causar danos. A partir disto são elaboradas as pranchas de setorização (no formato A3) com fotos de campo do setor relativas aos indícios observados no terreno, moradias e outras estruturas urbanas em risco. Elas contêm também a descrição da tipologia do processo, as informações para o entendimento dos seus condicionantes, o número de estimado de imóveis e pessoas afetadas ou passíveis de serem afetadas e as intervenções estruturais e não estruturais indicadas, tais como obras de contenção, drenagem, educação ambiental e até remoção ou relocação de moradores e moradias.

RESULTADOS

Dracena

Em Dracena foram setorizadas três áreas, sendo uma de risco muito alto e duas de risco alto (Figura 2). Todos estes setores estão

relacionados a processos erosivos fluviais, principalmente solapamento de margem de rios e córregos.

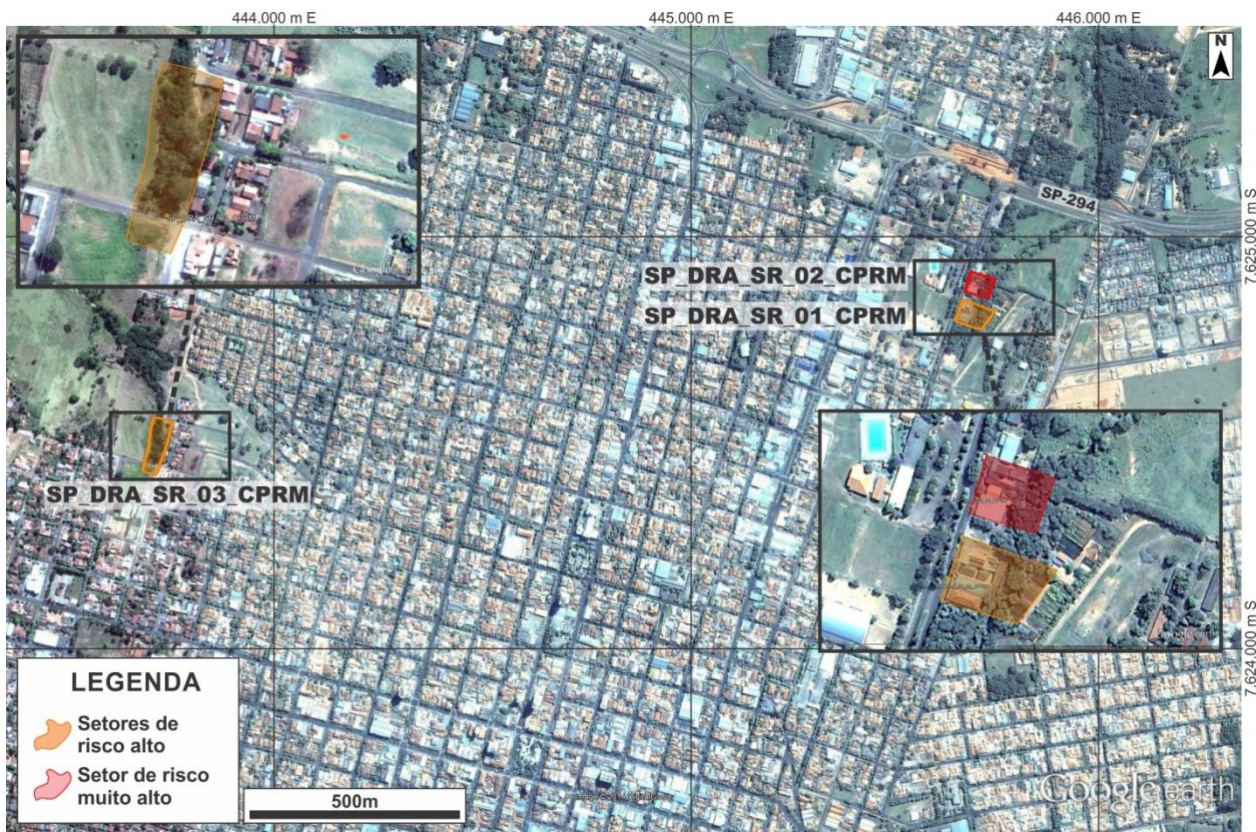


Figura 2. Setores de risco em Dracena.

O primeiro setor de risco alto (SP_DRA_SR_01_CPRM) se encontra próximo ao Córrego da Água Sumida, no bairro Metr pole. Este canal apresenta solapamento parcial das margens e assoreamento do leito próximo a cinco imóveis situados na Avenida Alcides Chacon Couto e a viveiro de mudas municipal (Figura 3A).

Muito próximo, ainda neste mesmo córrego,   jusante há seis imóveis que formam um setor de risco muito alto (SP_DRA_SR_02_CPRM) onde se observou o rompimento do muro de residências e a presença de árvores e cercas tortas que indicam a movimentac o do solo. As características destes processos erosivos e da condi o do canal são muito parecidas com os do primeiro setor de risco, porém este não apresenta obras de conten o das margens e as casas estão em condi es maiores de risco de colapso (Figura 3B).

O terceiro e último setor de Dracena (SP_DRA_SR_03_CPRM) fica no Jardim Éden/Vila Luc lia, junto ao Córrego das Marrecas, onde o grau de risco é alto. Também tomado parcialmente por lixo e entulho, neste trecho as margens estão parcialmente solapadas

arriscando nove casas e já derrubando parte aterrada do pavimento da Rua Vendramin (Figura 3C).

Além destes setores onde há ocupa o, existem pontos de erosão acelerada em locais periurbanos. O Córrego  gua Sumida, próximo ao bairro Tonicos André (cerca de 350 metros da Rodovia SP-294) apresenta um canal com ampla se o transversal em decorrência do solapamento de margem que o alargou, tendo como nível de base uma rocha menos erodível (provavelmente um argilito no leito rochoso).

O córrego das Marrecas apresenta solapamento de suas margens próximo aos bairros Jardim Kennedy e, com maior extensão no Bairro Fioravante, onde uma ponte de concreto já foi derrubada pela erosão marginal onde parte da estrutura se apoiava (Figura 8F). Há planos para urbaniza o (loteamento) nestes locais que poderiam gerar novas áreas de risco.

Adicionalmente, observou-se sete pontos de alagamento na cidade por conta de deficiências no sistema de capta o de águas pluviais. Estes trazem prejuízos financeiros   popula o, pois a água entra em diversos imóveis durante eventos pluviométricos mais intensos.



Figura 3. (A) Solapamento de margem no Setor 1. (B) Imóveis parcialmente colapsados no Setor 2. (C) Parte da rua afetada por pequeno escorregamento em margem fluvial no Setor 3.

Parapuã

Na cidade de Parapuã há um amplo setor de risco a solapamento de margem (Figura 4) e alguns outros processos erosivos de menores proporções como no final das Ruas Paraná e Belo Horizonte, onde existe uma área em processo de ravinamento com até quatro metros de profundidade que ameaça parte da pavimentação das ruas.

A única área considerada como setor de risco alto está localizada no Córrego Alheiro,

abaixo da Avenida São Paulo (SP_PAR_SR_01_CPRM). O ponto apresenta solapamento das margens fluviais de grandes dimensões que localmente evoluíram para escorregamentos afetando três moradias e fechando parcialmente a avenida, pois a ponte está ameaçada. O processo de erosão continua avançando, pois há degraus de abatimento na margem direita do córrego e trincas na via e nas residências (Figura 5).



Figura 4. Setor de risco alto em Parapuã.



Figura 5. Setor de risco a erosão no centro de Parapuã.

No cruzamento das Ruas Alagoas e Porto Alegre está se desenvolvendo uma ravina no final de uma galeria de drenagem que chega até o canal. Além disso, há um ponto de alagamento entre as ruas Amapá e Pará.

Cafelândia

O município de Cafelândia possui dois setores de risco de inundação associado a

processos de solapamento de margem e assoreamento do leito (Figura 6).

O primeiro deles fica no Distrito de Simões (SP_CAF_SR_01_CPRM) e tem alto risco a inundações (com marcas d'água de até 1,4 m) e solapamento de margem. Há três moradias ameaçadas, porém o assoreamento do canal fez com que o pequeno córrego tivesse trechos transformados em pastos e brejos (Figura 7A).

O centro da cidade também possui um setor de risco alto a inundações e solapamento de margem (SP_CAF_SR_02_CPRM) às margens do Córrego Saltinho, na Avenida Marginal. Nas décadas de 1980 e 1990 ocorreram inundações que elevaram o nível d'água a até pouco mais

de 1,5 m. Segundo moradores, a razão desses eventos (ou parte deles) foi a obstrução de um tubo de passagem. Além disso, as margens do córrego estão solapadas em praticamente toda a extensão urbana do canal, sem grande intensidade (Figura 7B).



Figura 6. Setores de risco em Cafelândia. (A) Primeiro setor de risco (SP_CAF_SR_01_CPRM). (B) Segundo setor de risco (SP_CAF_SR_02_CPRM).



Figura 7. (A) Solapamento de margem a poucos metros de moradia no Distrito de Simões. (B) Erosão fluvial das margens do Córrego Saltinho, Centro.

Além destes pontos na área urbana, há um pequeno córrego às margens da Rodovia Marechal Rondon que apresenta parte do canal bem largo por colapsos marginais em épocas de

eventos pluviométricos mais intensos. Esta região merece atenção antes que a erosão cresça no sentido da rodovia, da ponte que cruza o canal ou do loteamento próximo.

DISCUSSÃO

A geologia é análoga entre os municípios de Dracena, Parapuã e Cafelândia. Eles foram erguidos sobre rochas do Grupo Bauru, majoritariamente da Formação Vale do Rio do Peixe, ou seja, arenitos finos a muito finos em sua maioria (CPRM, 2006). Estas rochas e seus solos associados são substratos naturalmente com alta suscetibilidade a erosão (Ponçano et al., 1987 e Kertzman et al., 1995) e caracterizam-se por serem solos residuais

espessos (regolitos), friáveis, permeáveis, maciços (Bezerra et al., 2009).

Nos três municípios visitados pôde-se constatar que os processos erosivos geradores de risco geológico à sociedade (principalmente o solapamento das margens dos córregos) são os mesmos, embora em diferentes graus de intensidade. Os principais agentes deflagradores destes riscos também podem apresentar similaridades.

A ação antrópica proporciona profundas alterações no meio ambiente, principalmente com relação ao meio físico contribuindo para o aparecimento da erosão acelerada nas áreas ocupadas. Segundo Iwasa e Fendrich (1998), este processo é provocado pelo escoamento concentrado, caracterizando-se por ravinas e boçorocas causadas por alterações morfo-hidro-pedológicas decorrentes da ação humana. Os autores dizem ainda que o fenômeno de erosão acelerada ocorre mais frequentemente em regiões das principais bacias sedimentares do Brasil, como a Bacia do Paraná, especialmente onde ocorrem os arenitos do Grupo Bauru, nas quais as três cidades investigadas estão inseridas.

De forma geral, a ocupação dos terrenos efetuada de modo inadequado para a agricultura ou urbanização constitui o fator decisivo da aceleração do processo erosivo quando iniciada pelo desmatamento. A ação das águas pluviais era muito atenuada pela cobertura vegetal dos terrenos, configurando um quadro reduzido de erosão natural (DAEE, 1990).

Segundo Tucci e Collishonn (1998), à medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem três principais impactos. O primeiro deles é o aumento das vazões máximas, ou seja, o maior volume de água (potenciais causadoras de grandes erosões, inundações e enchentes) devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies, escoado especialmente em eventos de chuvas muito intensas. O segundo é o aumento da produção de sedimentos devido à desproteção das superfícies e a geração de resíduos sólidos (lixo), o que levaria ao assoreamento da drenagem urbana, rios e reservatórios.

Adicionalmente, a pressão antrópica em direção aos canais e a falta de planejamento urbano levou a construção de um sistema de drenagem ineficiente e antiquado frente a realidade atual destas cidades. Este é um sistema antigo onde a intenção era eliminar a água das chuvas de maneira simples e o mais rápido possível. Segundo Sá et al. (2011), galerias e canalizações eram construídas e a retificação de córregos feita para se aumentar a velocidade do escoamento das águas pluviais para que se acumulassem nas áreas baixas.

É importante salientar que os locais com maiores problemas de rupturas de margem fluvial nos três municípios visitados aparecem onde acabam as galerias pluviais, após o final da última manilha de concreto das redes de drenagem urbana (Figura 8). As águas pluviais chegam com velocidade e volume suficientemente concentrados para erodir as margens dos córregos que estão desprotegidas. Por este motivo a preocupação atual deveria ser a desaceleração das águas, reduzindo as vazões máximas através do armazenamento dos volumes escoados a montante, antes das inundações ou estruturas que diminuíssem sua energia (Canholi, 2005 segundo Sá et al., 2011).

As águas pluviais erodem as margens, podendo atingir parte das construções e moradias próximas até levarem as próprias manilhas dos pontos de lançamento (Figuras 8B, 8D e 8E). Este processo é agravado pela diminuição da capacidade de vazão por conta do assoreamento do leito e da grande quantidade de entulho e lixo lançados.

Os estudos de Cavaguti e Silva (1993) no município de Bauru – SP mostram que os processos erosivos se iniciam e aumentam em áreas urbanas pelo aumento de volume e concentração do escoamento pela impermeabilização urbana, ausência, deficiências, subdimensionamento e/ou falta de manutenção do sistema de drenagem urbana e o desmatamento indiscriminado (principalmente das margens dos cursos d'água).

Levando-se em conta que as condições geológicas e geomorfológicas, além da rede de drenagem urbana de Bauru serem muito parecidas com as características dos municípios aqui estudados, podem-se fazer correlações de causas e consequências.

Os resultados da urbanização em Bauru foi a formação de boçorocas e ravinas devido a exposição de um substrato geológico facilmente erodível a fluxos hídricos com alta energia e volume por conta da concentração de águas pluviais em um ambiente urbano impermeabilizado. As cidades de Dracena, Parapuã e Cafelândia apresentam as mesmas características naturais e antrópicas que apresentaram solapamento de margens fluviais em diferentes níveis como consequência.



Figura 8. (A) Final de galeria com a base erodida no bairro Jardim das Palmeiras IV, Dracena. (B) Manilhas destruídas no Córrego das Palmeirinhas, Dracena. (C) Grande solapamento de margem após final de canalização do Córrego das Marrecas, Jardim Kennedy, Dracena. (D) Final de galeria erodido no Jardim Éden/Vila Lucélia, Dracena. (E) Início do processo erosivo e final da canalização do Córrego Alheiros, Parapuã. (F) Ponte colapsada pela erosão marginal do Córrego das Marrecas, bairro Fioravante, Dracena.

CONCLUSÕES

Após as visitas de campo nos municípios de Dracena, Parapuã e Cafelândia pôde-se concluir que as características dos riscos erosivos são muito parecidas em termos de consequências e, provavelmente, as causas também o são. A erosão fluvial que está evidenciada na forma de solapamento de margens de córregos das três cidades pode ter a mesma origem.

Em eventos pluviais mais intensos os problemas de planejamento da rede de drenagem geram fluxos hídricos de grande velocidade e volume em um ambiente urbano impermeabilizado. Além disso, descarte de lixo e entulho que diminuem a capacidade de vazão do canal. Este sistema de drenagem aumenta muito o poder de erosão das águas pluviais em

um ambiente geológico altamente erodível que culminam no colapso de margens de diversos córregos nestas cidades.

Para melhor entender esses problemas na região, deve-se integrar a ação antrópica de transformação do meio e com estudos dos fatores naturais que controlam os processos erosivos. Este procedimento é de suma importância para planejar corretamente a ocupação e tentar controlar e evitar as consequências decorrentes da ocupação humana e propor soluções. Como exemplo cita-se estruturas de retardamento de fluxo e de diminuição de sua energia principalmente no final das galerias o que pode controlar a velocidade e a vazão das águas.

AGRADECIMENTOS

O autor gostaria de agradecer ao Serviço Geológico do Brasil pela oportunidade de trabalhar nestas regiões e aos técnicos das Defesas Cíveis Municipais de Dracena, Parapuã e Cafelândia.

REFERÊNCIAS

1. BEZERRA, M. A. et al. **Análise Geoambiental da Região de Marília, SP: Suscetibilidade a Processos Erosivos Frente ao Histórico de Ocupação da Área.** Geociências - UNESP/São Paulo, v. 28, n. 4, 2009, p. 425-440.
2. CERRI, L. E. S. **Mapeamento de Riscos nos Municípios.** In BRASIL. CARVALHO, C. S. e GALVÃO, T. (orgs.). **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais.** Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006, p. 48-55.
3. CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo.** Ministério de Minas e

Energia – Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília, 2006. Escala 1:750.000.

4. CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **A Atuação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM na Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais**. In: VI Congresso CONSAD de Gestão Pública, Brasília, 2013.

5. DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas, diretrizes para planejamento urbano e regional; orientação para o controle de boçorocas urbanas**. 2. ed. São Paulo: DAEE/IPT. 92 p. 1990

6. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa da População**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=>. Acessado em: 12nov2014.

7. IWASA, O.Y. & FENDRICH, R. **Controle da erosão urbana**. OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.) Geologia de Engenharia, São Paulo: ABGE, pp. 272-281. 1998

8. KERTZMAN, F. F. et al. **Mapa de Erosão do Estado de São Paulo**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 1995. Especial: 31 – 36.

9. PONÇANO, W. L. et al. **Discriminação de Áreas com Diferentes Suscetibilidades à Erosão por Boçorocas e Ravinas na Bacia do Peixe-Parapanema – SP**. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 5º, São Paulo, 1987. Anais. São Paulo: ABGE, p. 423-429.

10. SÁ, V. H. S., VIEIRA, M. C., HONDA, S. C. A. L. **Exemplificação de Aspectos da Drenagem Urbana na Cidade de Dracena-SP**. Colloquium Exactarum, Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente, 2011, v. 3, p. 221-228.

11. TUCCI, C. E. M., COLLISHONN, W. **Drenagem Urbana e Controle de Erosão**. In: VI Simpósio Nacional de Controle da Erosão, Presidente Prudente, São Paulo, 1998.

Manuscrito recebido em: 24 de Novembro de 2014

Revisado e Aceito em: 20 de Abril de 2016