

## IX-010 - A URBANIZAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL NA CIDADE DE MARINGÁ, PR

### **Lourival Domingos Zamuner** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre em Análise Ambiental e Regional pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Auditor Ambiental. Professor Assistente do Centro Universitário Ingá (UNINGÁ – Maringá/PR).

### **Cláudia Telles Benatti**

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre e Doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).

### **Bruno Henrique Toná Juliani**

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).

### **Cristhiane Michiko Passos Okawa**

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre em Engenharia Hidráulica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Doutora em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Marquês de Abrantes, 53, apto 601 - Maringá – PR - CEP: 87.020-170 - Brasil - Tel: (44) 3028-1978 - e-mail: [prof.lourivalzamuner@uninga.edu.br](mailto:prof.lourivalzamuner@uninga.edu.br)

### **RESUMO**

A ocorrência de processos erosivos pode ser diretamente relacionado com o crescimento da população urbana de uma cidade, em um processo de rápida urbanização, com projetos inadequados e deficientes no que tangem o parcelamento de solos. Ocupações e a instalação de redes de drenagem inadequadas destroem vegetações nativas, mudam os caminhos preferenciais de escoamento superficial de águas pluviais, podendo ocasionar o surgimento de voçorocas e taludes instáveis em áreas vegetadas. O presente trabalho analisa os fatores físicos e hidrológicos da cabeceira de drenagem do córrego Cleópatra, as consequências advindas da urbanização e do lançamento concentrado de águas pluviais captadas pela rede de drenagem artificial em área de preservação ambiental – o PARQUE FLORESTAL DOS PIONEIROS – BOSQUE II, na cidade de Maringá, Paraná, observando fatores para o aparecimento de sistema erosivo formado por ravinas e voçorocas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Urbanização, processos erosivos, lançamento concentrado, área florestada.

### **INTRODUÇÃO**

A maioria dos casos relatados de erosão urbana na bibliografia pesquisada ocorre em áreas dominadas por solos arenosos e substratos areníticos. Existem vários exemplos de áreas urbanas degradadas pela erosão, assentadas em regiões sedimentares da bacia do Paraná, em especial onde ocorrem os arenitos do Grupo Bauru, arenitos da Formação Caiuá, sedimentos do Grupo Tubarão e Botucatu, e que são recobertos por formações terciárias ou quaternárias de natureza coluvial ou aluvial: cidades como Bauru, Assis e Marília, no Estado de São Paulo e em mais de 154 municípios no noroeste do Estado do Paraná, dentre os quais se destacam as cidades de Cianorte, Loanda, Umuarama, Paranavaí, Cidade Gaúcha, Nova Esperança, Terra Rica dentre outras. O desencadeamento dos processos erosivos nessas áreas coincide, praticamente, com o ápice do processo de colonização e ocupação realizado através do desmatamento intensivo para o plantio de café, culturas anuais de algodão, amendoim, soja e trigo e, ainda, com a instalação de núcleos urbanos ao longo das rodovias de integração.

A ocorrência de processos erosivos e seu consequente agravamento verificado em inúmeras cidades, tanto no Estado do Paraná como em outros estados, está diretamente relacionado ao crescimento vertiginoso da população urbana, em um processo de rápida urbanização, sem planejamento ou com projetos e práticas de parcelamento de solos que são inadequados e deficientes. Essas ocupações destroem as vegetações nativas, mudam os caminhos preferenciais de escoamento superficial das águas pluviais e acrescentam a esses os volumes de águas servidas, criando voçorocas e taludes instáveis e ainda agravando enchentes pelo volume de sedimentos depositados nos córregos e rios urbanos.

Entretanto, esses fenômenos erosivos podem se instalar também em áreas urbanas na qual o substrato rochoso e os solos são, do ponto de vista natural, mais resistentes a erosão e, ainda, em áreas onde a floresta foi preservada, como é o caso do PARQUE FLORESTAL DOS PIONEIROS – BOSQUE II, na cidade de Maringá, Paraná. Este parque é considerado uma floresta urbana e declarado como “Área de Preservação Ambiental” com área de 59 hectares e representando 17,93% da área total da bacia hidrográfica do córrego Cleópatra. Está localizado em anel central do perímetro urbano de Maringá, Paraná, sendo cabeceira de drenagem do córrego citado, compreendendo as nascentes e o fundo de vale do respectivo córrego, afluente do ribeirão Pinguim, da bacia hidrográfica do rio Ivaí.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2006), o substrato rochoso da área é constituído por rochas ígneas vulcânicas – basalto – da Formação Serra Geral, provenientes de extensos derrames de lavas do período Jurássico-Cretáceo. A intemperização dessas rochas gerou solos espessos e de alta fertilidade natural, o Latossolo Vermelho e o Nitossolo Vermelho, sendo que os Latossolos podem ser encontrados nos topos e altas vertentes, enquanto os Nitossolos ocorrem na média e baixa vertente (ZAMUNER, 2002).

Quanto a sua situação climática, a cidade de Maringá situa-se numa zona de transição climática entre os climas tropical de duas estações e o subtropical, segundo a classificação de Köppen (1978), apresentando temperatura média anual de 21,7 °C e precipitação média anual de 1592 mm. O período mais chuvoso corresponde aos meses de dezembro a fevereiro, enquanto os meses mais secos estão entre junho e agosto.

A vegetação do Bosque II classifica-se como sendo “floresta estacional Semidecidual submontana da região da floresta estacional Semidecidual”. Essa vegetação que ocupava a parte norte do Terceiro Planalto e seus vales fluviais representam uma variação da mata pluvial tropical do litoral (BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985; VELOSO & GÓES FILHO, 1985). Nessa formação, o estrato emergente é constituído pelas seguintes espécies: jequitibás (*cariniana spp.*); peroba rosa (*Aspidosperma polyneuron.*); cedro (*Cedrella fissilis*); pau d’alho (*Gallesia gorazema*), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*) e canafístula (*Peltophorum dubium*) dentre outras (BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985), e esta área florestada se constitui em uma das maiores reservas ecológicas do município de Maringá, preservando significativas espécies da flora e fauna, algumas em vias de extinção e, ainda, como lazer contemplativo para a população.

O objetivo deste trabalho é mostrar como as consequências da urbanização e o gerenciamento inadequado das águas pluviais captadas pela rede de drenagem artificial instalada e do lançamento concentrado pode originar formas erosivas do tipo ravinhas e voçorocas no interior de área florestada, tida como área de preservação ambiental.

## METODOLOGIA

Para a caracterização morfológica da bacia hidrográfica do córrego Cleópatra e seu processo de urbanização e gerenciamento hidrológico foram utilizados os seguintes documentos: fotografias aéreas nas escalas de 1:8.000 (1995) e 1:25.000 (1980); planta da cidade na escala de 1:20.000; levantamento planialtimétrico da bacia na escala de 1:2.000 fornecido pelo Instituto de Terras e Cartografia (1977); planta de locação da drenagem urbana na escala 1:20.000 fornecida pela Prefeitura Municipal de Maringá - PMM; base digitalizada na escala 1:2.000, fornecida pela FAMEPAR (1995) além dos dados econômicos e demográficos da cidade, fornecidos pela Prefeitura Municipal de Maringá (PMM).

A base de dados da área edificada foi cedida pelo Centro de Processamento de Dados da PMM envolvendo áreas dos lotes, das edificações e pavimentações (ruas e calçadas) dos terrenos que compõem a bacia hidrográfica em estudo. Por esses dados foi possível obter a evolução da impermeabilização da área em estudo no período compreendido de Janeiro/1960 e atualizadas gradativamente até março/2016.

Os levantamentos de campo para a elaboração da carta das formas erosivas existentes no interior do Bosque II foram iniciados ainda no ano 2001 e gradativamente foram atualizados de acordo com as visitas no local e de acordo com as chuvas intensas que acontecem na área, provocando maiores deslizamentos de encostas, sendo a última atualização realizada em outubro 2016. Esta carta tem por objetivo identificar e definir as características mais expressivas do processo erosivo, fornecendo medidas geométricas, como: comprimento, largura e altura. Também orienta a localização das nascentes, bordas instáveis das ravinhas, direcionamento dos fluxos de água que deságuam no interior da área florestada, do processo erosivo e dos coletores da drenagem

instalados no entorno do bosque. O equipamento utilizado foi estação total tipo TOPCON para a construção do traçado do processo erosivo existente no interior do Bosque II.

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

O rápido processo de urbanização que afetou vários núcleos urbanos da região norte e noroeste do Paraná, decorrente das transformações ocorridas no campo a partir da década de 70 contribuiu, segundo Moro (1988), “para agravar os problemas urbanos, sociais e econômicos dos polos regionais do norte do Paraná”. Em Maringá, esse crescimento foi acentuado levando ao rompimento dos princípios norteadores do projeto original proposto pela CMNP para a cidade - na década de 1960 a população urbana correspondia a 45,7% da população total; na década de 1970 ela era de 82,5% e, em 1990 já totalizava 95,5%. Atualmente, a população urbana do município de Maringá representa 98,2% da população total do município (IBGE, 2016).

As baixas densidades verificadas nos anos de 1947 a 1960 refletiam a fase inicial de ocupação em que, grande parte do espaço urbano permanecia desocupado. Nas décadas seguintes (1970/1991), o crescimento urbano foi acompanhado de significativa verticalização nas edificações de uso residencial, sobretudo nos anos 80, uma vez que o aumento da população foi muito além daquele da área urbanizada, ocasionando significativo incremento na densidade habitacional. Desta forma, vários foram os impactos ambientais decorrentes dessa transformação, dentre os quais se destaca as erosões em forma de ravinas.

A bacia hidrográfica do córrego Cleópatra apresenta característica geométrica em forma de trapézio com vertentes curtas e convexas, localizadas nos setores norte/leste, mas com predomínio de vertentes longas e convexas, localizadas nos setores noroeste/oeste. As declividades verificadas são, em geral, fracas nas áreas compreendidas entre o topo e a média vertente (< 7%) e aumentando em direção a jusante da bacia. No interior do Parque Florestal dos Pioneiros – Bosque II – estão os setores com as maiores declividades (>20%). A variação altimétrica na bacia está compreendida entre 480 metros (foz dos córregos Cleópatra e Betti) e 600 metros no topo do divisor mais alto no qual está instalada a Praça Pio XII. A área mais urbanizada (residencial/comercial) estende-se sobre uma cota altimétrica em torno de 550 metros a nordeste, e a menos urbanizada em torno de 500 metros ao sul, contendo ainda terrenos desnudos e agricultáveis.

De acordo com dados da PMM, a bacia hidrográfica do córrego Cleópatra por estar localizada no centro urbano de Maringá, abrange áreas com alta densidade de edificações e demografia e corresponde a uma das mais impermeabilizadas da cidade. A zona 01 destaca-se como sendo a mais impermeabilizada (92,8% da sua área) e a zona 20 (4,5% da sua área) a menos impermeabilizada, conforme dados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1: Fração de áreas impermeáveis por zona da bacia do córrego Cleópatra, Maringá, PR**

Zonas	Fração de área por zona (m <sup>2</sup> )	Fração de área impermeável (m <sup>2</sup> )	Porcentagem impermeável (%)
01	294.540,30	273.217,00	92,8
02	630.674,55	390.703,00	61,9
04	1.509.389,30	620.181,00	41,1
05	456.777,04	248.219,00	54,3
13	71.514,66	30.194,00	42,2
17	39.755,35	5.631,00	14,2
20	233.755,35	10.473,00	4,5
50	59.831,52	38.229,00	63,9

O PARQUE FLORESTAL DOS PIONEIROS funciona, dentro dessa bacia, como uma área de recepção natural e, por conta disso, recebe grandes volumes de água das chuvas por meio do sistema de drenagem construído ao longo do tempo, com início na década de 60. As águas pluviais coletadas são despejadas dentro do parque por meio de 19 coletores instalados no entorno, distribuídos de forma radial e perpendiculares em relação às nascentes e assentados em aproximadamente 15° com relação à superfície do terreno. Esta situação gera no interior do bosque processos erosivos difusos e acelerados nos quais as ravinas se destacam.

O primeiro levantamento de campo realizado em dezembro/1999, para este trabalho, evidenciou que, no interior desse parque, cada ponto de descarga do sistema artificial de drenagem se dava de forma abrupta com o solo, não existindo nenhum mecanismo hidráulico de dissipação de energia nas extremidades.

A impermeabilização da superfície da bacia iniciada na década de 60 concentrou-se no setor norte (Zona 01), com suas primeiras edificações destinadas ao comércio varejista. A fase de maior implementação de pavimentação na área, entretanto, ocorreu no período de 1965 a 1976 quando, paralelamente, se deu também a intensificação da urbanização. Portanto, no início da década de 80 a maioria das ruas e avenidas estavam pavimentadas no interior da bacia (SAOP, 2016) significando que, nesse período foram produzidos os maiores impactos na bacia, com incremento nas vazões do escoamento pluvial superficial coletado pelo sistema artificial de drenagem, observadas pelo aumento da área impermeabilizada de superfície gerada pelas pavimentações e edificações.

Entretanto, em setembro de 2000, a rede de drenagem urbana da bacia foi modificada para a incorporação ao sistema de um anel em tubos de concreto executado pela PMM. O objetivo dessa obra era captar e lançar à jusante as águas pluviais coletadas da rede de drenagem artificial instalada no entorno do bosque. Desta forma, após a conclusão dessa obra, foi realizado um novo levantamento de campo que resultou numa carta das formas erosivas, podendo ser vista na Figura 1.

Essa carta teve por objetivos identificar a disposição final da drenagem urbana após o remanejamento dos coletores direcionados em relação ao Bosque II, bem como a influência desta nova disposição dos coletores no entorno e intensificação no processo erosivo existente bem como as vazões máximas nos mesmos coletadas por essa drenagem.

Infelizmente, essa readequação final dos coletores com as respectivas vazões concentradas nos pontos de lançamento está ocasionando o desenvolvimento de novas feições erosivas, principalmente nas encostas adjacentes, agora com mais energia hidráulica e aprofundando ainda mais as erosões existentes. Dissipadores de energia não foram construídos adequadamente com o intuito de amortecer o impacto das águas, ocorrendo com isso o solapamento basal das encostas. Por ocasião da construção deste anel no entorno do bosque, observou-se que a PMM não tomou alguns cuidados necessários, como por exemplo: realizou desmates desnecessários no interior da área florestada quando da implantação de emissários e assentou galeria de águas pluviais de forma incorreta, não se preocupando em instalar elementos dissipadores de velocidade nas suas extremidades. Desta forma, promoveu a criação de novas ravinas.

Na ocorrência de escoamento superficial das águas captadas pela drenagem sobre a superfície do solo no interior da área florestada, com o incremento em seu volume, parte da energia é dissipada pelo encontro com as raízes das árvores, por troncos caídos, pela vegetação rasteira, elevações e depressões próprias do terreno. Entretanto, a medida que esse escoamento vai ultrapassando os obstáculos, a velocidade tende a aumentar e o fluxo se concentra de acordo com a inclinação da vertente, esculpindo novas formas erosivas até chegar nas partes mais baixas do bosque com a configuração de voçoroca.

Nas ravinas iniciadas pelo escoamento superficial advindo das descargas dos coletores, as mais ativas e graves estão posicionadas na direção nordeste - ravina designada como Av. Paraná, ilustrada na Figura 2, nas quais ocorre uma forma erosiva em degraus (*erosão por cachoeira*), produzidas pelo escoamento superficial na cabeceira quando de eventos chuvosos e também pela própria diferença de potencial gravitacional. Na base destes degraus que se formam ao longo dos ravinamentos, há a geração de “marmitas”, sendo mais profundas a montante e mais rasas a jusante. Verifica-se também o surgimento de *alcovas de regressão*, como aquelas citadas por Oliveira (1999), devido a atuação de fluxos subverticais gerando constantes solapamentos na base e nas laterais das incisões.

Essas incisões têm profundidade média de 5 metros e extensão média de 50 metros, cada. A calha de suporte do córrego Cleópatra, após receber as ravinas, trecho médio-alto do curso, estende-se para a face sul em linha contínua, por aproximadamente 800 metros, com profundidade e largura média de 7 e 30 metros, respectivamente.

Ainda mais, na década de 1970 foi executada no interior desta área florestada, uma pista de “*motocross*” que produziu sério desmate no parque, inclusive com a destruição de várias espécies nativas. Com vestígios ainda intactos do seu traçado no interior do parque, nota-se que, nos trechos em que está paralela às curvas de nível, a pista não favorece o processo erosivo. Por outro lado, onde o traçado foi executado perpendicularmente às curvas de nível, este acabou favorecendo e intensificando o processo erosivo.





**Figura 2: Cabeceira da ravina da Av. Paraná, evidenciando-se, ao fundo, o coletor de águas pluviais**

Observa-se ainda, que está havendo um grande avanço destas formas erosivas a montante, apesar dessas incisões se encontrarem no interior da floresta. Em algumas ravinas, há o solapamento de suas laterais e, também, o aprofundamento de sua base em função do contínuo escoamento superficial direto das águas pluviais na bacia, resultante da impermeabilização das áreas próximas do entorno do Bosque II.

Apesar da cidade de Maringá ter, quando da sua criação, um traçado urbano-viário planejado, apresenta neste momento, inúmeros problemas ambientais decorrentes de seu acelerado crescimento urbano. O Parque Florestal dos Pioneiros – BOSQUE II, reconhecido por ser uma área de preservação ambiental e sem acesso ao público, e as nascentes do córrego Cleópatra, assim como seu vale, permanecerem florestadas. Contudo, tanto a vegetação como o curso d'água apresentados, sofrem degradação decorrente da urbanização da área circunvizinha ao parque.

O despejo sem controle do escoamento pluvial dentro da área de floresta gerou o sistema erosivo verificado. Esse continua evoluindo de forma regressiva, atingindo hoje os limites do parque e ameaçando a área urbanizada vizinha, principalmente a próxima da Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira. Soma-se a isso à contínua descarga ao longo do córrego Cleópatra de poluentes advindos de indústrias (fábricas de refrigerantes e alimentos, curtume), pocilgas, tinturarias e lagoas de estabilização ineficientes localizadas às suas margens.

Por força da especulação imobiliária, o crescimento urbano atual conta com a implantação de vários loteamentos e são visíveis em todos os quadrantes da cidade, com considerável degradação das condições de vida e do ambiente, principalmente aqueles localizados a jusante das cabeceiras de drenagem. No entanto, observamos que não há preocupação por parte do poder público em coibir o lançamento do produto da drenagem pluvial e mesmo das águas servidas nestes cursos d'água de forma racional. O mau gerenciamento dos componentes que formam a infraestrutura da cidade de Maringá contribuem para acelerar os processos erosivos existentes nestas cabeceiras, além de poluir os corpos d'água tanto a montante como a jusante. Portanto, não só o Bosque II, mas todas as reservas florestais do município em forma de áreas preservadas e talvegues como os pontos de descarga não estão recebendo a devida proteção.

Não queremos afirmar que as águas coletadas não devam ser direcionadas para os pontos mais baixos e ter o seu escoamento por gravidade no interior de áreas de preservação. O que se questiona é a forma inadequada e a sua qualidade como são lançadas essas águas, sem os redutores de velocidade nas extremidades dos emissários que deveriam ir até o talvegue e protegidos por bacias de dissipação com o intuito de evitar a retirada de sedimentos e reduzir a velocidade das águas.

Finalmente, as soluções de correção e prevenção dos problemas erosivos em áreas urbanas passam pela necessidade de desenvolvimento de soluções normativas e de projetos de obras adequados para cada situação do meio físico existente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BIGARELLA, J. J., MAZUCHOWSKI, J. Z. *Visão integrada da problemática da erosão*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSIÃO, 3, Maringá. Livro Guia... Maringá: ABGE/ADEA, 1985. 332p.
2. EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.
3. IBGE. Conselho Nacional de Estatística. Serviço Nacional de Recenseamento. Censo Demográfico: Contagem de população, 2016.
4. KÖPPEN, W. Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra, FCE, México. In: IAPAR. *Cartas Climáticas básicas do Estado do Paraná*, Londrina, 1978. 41p.
5. MORO, D.A. O êxodo rural e o crescimento populacional da cidade d Maringá no período de 1970 a 1980. Boletim de Geografia. Maringá: Imprensa Universitária/UEM. Ano 06, n. 01, junho/1988.
6. OLIVEIRA, M.A.T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A.J.T. et al. (Org). *Erosão e conservação de solos – conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand, 1999. Cap.2, p.57-94.
7. PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ. Plano de Manejo do Parque Florestal dos Pioneiros. Maringá, 1993. 42p.
8. PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ/SEDUH. Dados sobre a evolução da ocupação urbana da cidade de Maringá. Período de janeiro/1960 a março/2016.
9. SAOP. Serviço Autárquico de Obras e Pavimentação. Quadro da evolução asfáltica por ano político da cidade de Maringá. Período de janeiro/1960 a março/2016.
10. VELOSO, H.P. & GOES, F.L. Fitogeografia Brasileira. Classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Projeto RADAMBRASIL. Bol. Técnico 1:3-79, série Vegetação. In: Bigarella & Mazuchowski, 1985. *Visão integrada da Problemática da Erosão*.
11. ZAMUNER, L. D. (2002). A urbanização e o desencadeamento de processos erosivos em área de preservação ambiental na cidade de Maringá, Estado do Paraná. Acta Scientiarum (Sciences and Technology). Maringá, v. 24, n.6, p. 1793-1800, 2002.