

ASPECTOS DA EVOLUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO NA BACIA DO CÓRREGO MANDACARU, MARINGÁ – PR

Carina PETSCH¹

Resumo

O objetivo desta pesquisa é a caracterização da evolução da impermeabilização na bacia do córrego Mandacaru localizado em Maringá – PR. A metodologia utilizada consiste na identificação de áreas impermeabilizadas, cálculos de Coeficiente de Deflúvio (C), Vazão Máxima, parâmetros morfométricos e pluviométricos, elaboração de perfis transversais e fotografias da área. Os dados de uso do solo mostram para os anos de 1963, 1977, 1989, 1995, 2006 a área impermeabilizada respectivamente de 2,95 km², 3,72 km², 6,25 km², 7,80 km², 10,2 km². Nos 43 anos de estudo 32 novos bairros foram criados na área, e o valor de C variou de 0,3 a 0,63. O formato alongado da bacia não favorece inundações, porém o fator antrópico é predominante na degradação do canal e ocorrência desse acontecimento.

Palavras-chave: Impermeabilização, vazão máxima, coeficiente de deflúvio.

ASPECTS OF THE EVOLUTION OF WATERPROOFING IN THE BASIN OF MANDACARU STREAM, MARINGÁ – PR

Abstract

The objective of this research is to characterize the evolution of sealing in basin of stream Mandacaru located in Maringá - PR. The methodology consists in identifying areas waterproofed, calculations of runoff coefficient (C), maximum flow rate, rainfall and morphometric parameters, development of cross-sections and photographs of the area. The data show land use for the years 1963, 1977, 1989, 1995, 2006 respectively the sealed area of 2.95 km², 3.72 km², 6.25 km², 7.80 km², 10.2 km². In the 43 years of the study 32 new neighborhoods were created in the area, and the value of C varied from 0,3 to 0,63. The elongated shape of the basin is not conducive to flooding, but the anthropic factor is predominant in the degradation of the channel and the occurrence of that event.

Key words: Waterproofing, maximum flow, runoff coefficient.

INTRODUÇÃO

À medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem os seguintes impactos: (I) aumento das vazões máximas devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies; (II) aumento da produção de sedimentos devido a desproteção das superfícies e a produção de resíduos sólidos (lixo); (III) deterioração da qualidade da água, devido a lavagem das ruas, transporte de material sólido e as ligações clandestinas de esgoto pluvial. Em bacias urbanas a alteração de uso do solo é definitiva, o solo, e até o subsolo, ficam expostos para erosão no lapso de tempo entre o início do loteamento e o fim da ocupação (TUCCI, 1995).

Isso é decorrente de um uso e ocupação do espaço que é realizado normalmente sem conhecimentos suficientes sobre as características da paisagem e de seu potencial ecológico, o que acaba provocando o processo de modificação da paisagem negativamente. Considerando estes fatos, vê-se a necessidade do planejamento ambiental e territorial compreendendo os

¹ UFRGS. carinapetsch@gmail.com

elementos atuantes no espaço de forma conjunta possibilitando o diagnóstico dos problemas de fragilidade da paisagem e avaliando as suas potencialidades (SILVA E RIBEIRO, 2010).

A falta de planejamento na ocupação do espaço urbano tem provocado alterações visíveis na taxa de impermeabilização das bacias hidrográficas. O resultado de uma área impermeabilizada é a modificação do sistema de drenagem natural e, conseqüentemente, aumento do escoamento superficial podendo desencadear processos erosivos, redução no seu fluxo de base e inundação (VIEIRA E STEVAUX, 2006).

Araújo et al. (1999) apontam que com a falta de planejamento na ocupação das áreas urbanas têm-se notado alterações significativas nas taxas de impermeabilização das bacias, ocasionando transtornos e prejuízos em razão do aumento significativo das inundações, devido o aumento das vazões máximas e a redução no tempo de concentração e do volume escoado. O volume que escoava lentamente no solo e ficava retido pela vegetação e em depressões, passa a escoar em canais, exigindo maior capacidade de escoamento das seções.

Nas décadas de 1970 a 1990 em Maringá, 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. Por conta disso, vários foram os impactos ambientais decorrentes dessa transformação (ZAMUNER, 2002).

O córrego Mandacaru já possui construções desde a década de 40, e atualmente praticamente 75% de sua bacia encontra-se impermeabilizada, o canal de drenagem está bastante degradado, há falta de mata ciliar e frequentemente em eventos de precipitação curtos com grande volume de água causam inundações.

O objetivo desta pesquisa é a caracterização da impermeabilização da bacia de 1963 até 2006 utilizando dados de carta topográfica, fotografias aéreas e imagens de satélites para posterior cálculo do Coeficiente de Deflúvio e Vazão Máxima. Também serão consideradas informações morfométricas da bacia, perfis topográficos, dados de pluviosidade e fotografias atuais da área.

2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Essa região possui um histórico de ocupação bem recente, onde a plantação de café encontrou condições favoráveis ao plantio, influenciando a substituição da mata nativa por monoculturas, ocorrendo desta forma, toda uma metamorfose do quadro paisagístico. Os

trechos superior e médio do córrego Mandacaru estão inseridos no perímetro urbano de Maringá, aonde o processo de urbanização vem avançando em sentido à área rural, promovendo grandes transformações na organização física e no seu comportamento (SILVA e RIBEIRO, 2010).

O clima da região é classificado, segundo Köeppen (1948), como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) com chuvas concentradas no verão, sendo a temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio abaixo de 18° C, com raras geadas noturnas. O regime da precipitação pluviométrica de Maringá (figura 01) é sazonal, apresentando verão chuvoso e inverno seco. Os meses mais chuvosos são dezembro, janeiro e fevereiro e os meses mais secos junho, julho e agosto. Esta sazonalidade está configurada por dois regimes de chuvas bem definidos, com sistemas frontais (frios) atuante no inverno e sistemas convectivo no verão (ANJOS et al, 2001).

A bacia localiza-se sobre o derrame basáltico do terceiro planalto paranaense, que corresponde ao grande derrame mesozóico de rochas eruptivas básicas da Formação Serra Geral (PINESE & NARDY, 2003). O relevo é suavemente ondulado e predomina o Latossolo Vermelho, textura argilosa, nos topos e alta vertentes; a partir daí em direção a jusante, ocorrem os Nitossolos Vermelhos nas médias e baixas vertentes (NOBREGA & NAKASHIMA, 2003).

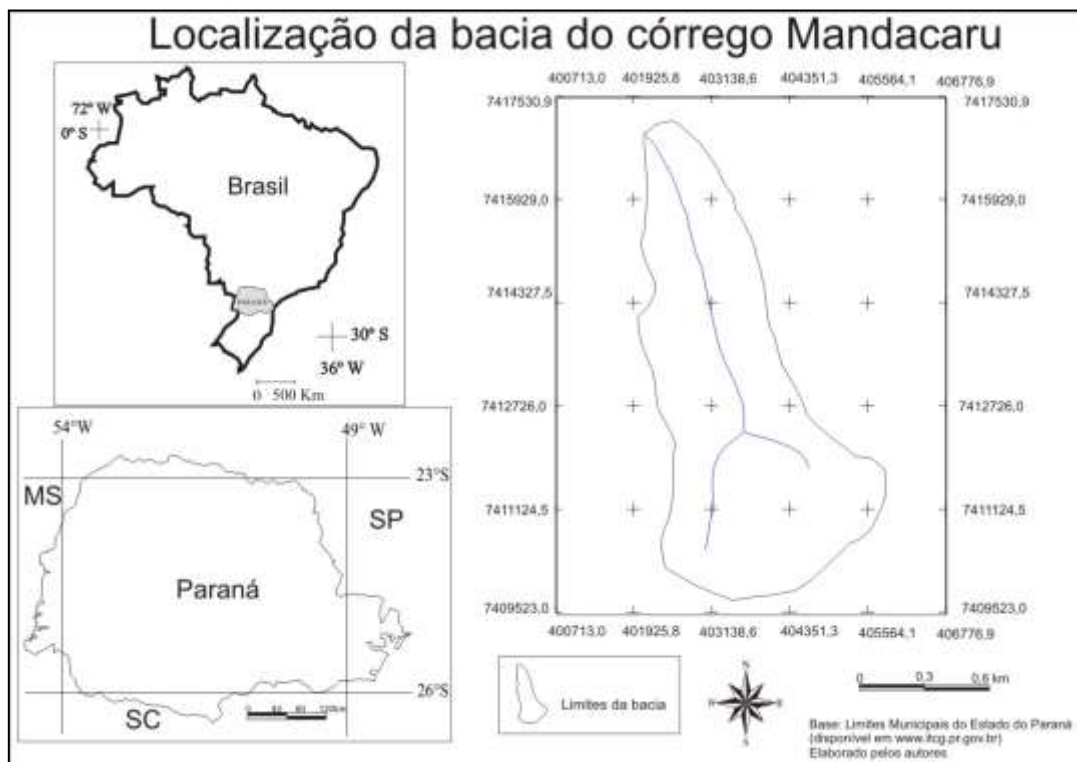


Figura 01: Localização da bacia do córrego Mandacaru.

3 - METODOLOGIA

3.1 - Cartas temáticas de impermeabilização e perfis topográfico

As cartas temáticas referentes à impermeabilização da bacia do córrego Mandacaru foram elaboradas no SIG (Sistema de Informações Geográficas) Spring 5.06 (CAMARA, et. al., 1996). A carta de uso do solo de 1963 foi elaborada a partir da carta topográfica SF-22-Y-D-II-3, e as cartas de 1977, 1989 e 1995 foram elaboradas a partir de fotografias aéreas (IBC-GERCA) utilizando o método de estereoscopia. O uso do solo de 1995 foi elaborado a partir da fusão da imagem do satélite CBERS com imagem LANDSAT (INPE, 2006) para reamostragem dos pixels e melhor nível de detalhes já que se trata de uma pequena bacia. Foi utilizado o método de classificação supervisionada por segmentação e classificador *Bathacharya*. As cartas foram finalizadas no Scarta 5.06 (CAMARA, et. al., 1996), e editadas no *software* Corel Draw X-3.

Os gráficos foram elaborados no *software* Excel (2007), e os gráficos foram elaborados no *software* Global Mapper com dados SRTM (Shuttle Radar Topografy Mission).

3.2 - Vazão máxima e coeficiente de deflúvio

A vazão máxima de escoamento superficial (Q_{max}) foi calculada pelo método Racional Modificado (CHOW et al, 1988), sendo obtido por:

$$Q_{max} = ((C * I_m * A) / 360) * \Phi$$

Onde Q_{max} é a vazão máxima, C é o coeficiente de deflúvio, intensidade máxima média de precipitação (nesta pesquisa foi considerado o valor hipotético de 15,09 mm.h) A é a área em hectares e o valor de Φ é calculado através da fórmula:

$$\Phi = 0,278 - 0,00034 * A_r$$

Onde “ A_r ” é a área da bacia em km^2 , e Φ é um coeficiente de retardamento adimensional.

Para o valor de C (Coeficiente de Deflúvio), foi utilizado a fórmula para valores médios de C de acordo com o uso do solo na bacia (TUCCI, 1995):

$$C=C_p + (C_i - C_p) * AI$$

Onde $AI = A_i/A_t$, representando a parcela de áreas impermeáveis, sendo A_i a área impermeável, A_t área total, C_p o coeficiente de deflúvio da área permeável e C_i é o coeficiente de deflúvio para a área impermeável.

46

3.3 - Dados de pluviosidade e bairros construídos na área

Os dados de pluviosidade referentes aos anos de 1977 a 2003 foram obtidos na Estação Meteorológica Principal de Maringá localizada na Universidade Estadual de Maringá – UEM. Os dados que mostram a evolução da ocupação da área urbana com o nome de cada bairro, jardim e vila que foi construída ao longo dos anos na área foi obtido na Prefeitura Municipal de Maringá.

Dados morfométricos foram baseados em Back (2006) e calculados e organizados no *software* Excel (2007). Os parâmetros calculados foram: coeficiente de compacidade, fator de forma, sinuosidade, extensão média do escoamento superficial e ordem do canal.

4 – RESULTADOS

4.1 - Dados do uso do solo

Quanto aos dados obtidos nas fotografias aéreas, têm-se no ano de 1963 predominância de o plantio de café (77%) na área sendo que há algumas pastagens principalmente na área das nascentes. Já havia área urbana ocupando 20% da bacia, enquanto a mata representa apenas 3% da área caracterizando pequenos resquícios nas margens do canal. Em 1977, a área de mata teve um pequeno aumento, representando 4% da área de estudo, culturas temporárias, permanentes e pastagem juntas representam 70%, enquanto aproximadamente 25% da área já está ocupada pela zona urbana. Em 1989, a área urbana praticamente dobrou abrangendo 41% da área total da bacia, e apenas 55% da área referia-se à pastagens e culturas e 3% de mata. Em 1995, a área com zona urbana chegou a 50% da bacia, a mata permaneceu com 3% e as culturas e pastagens com 45%. Em 2006, a zona urbana ocupa áreas que vão desde a nascente até as imediações da foz com 67% da bacia, a mata representa apenas 4% da área e as culturas e pastagens com 29%. Estes aspectos de evolução do uso e

ocupação do solo indicam que não houve reflorestamento ou plantio da mata ciliar na bacia, e que aconteceu uma substituição de áreas de culturas temporárias por área urbana. (Figura 02).

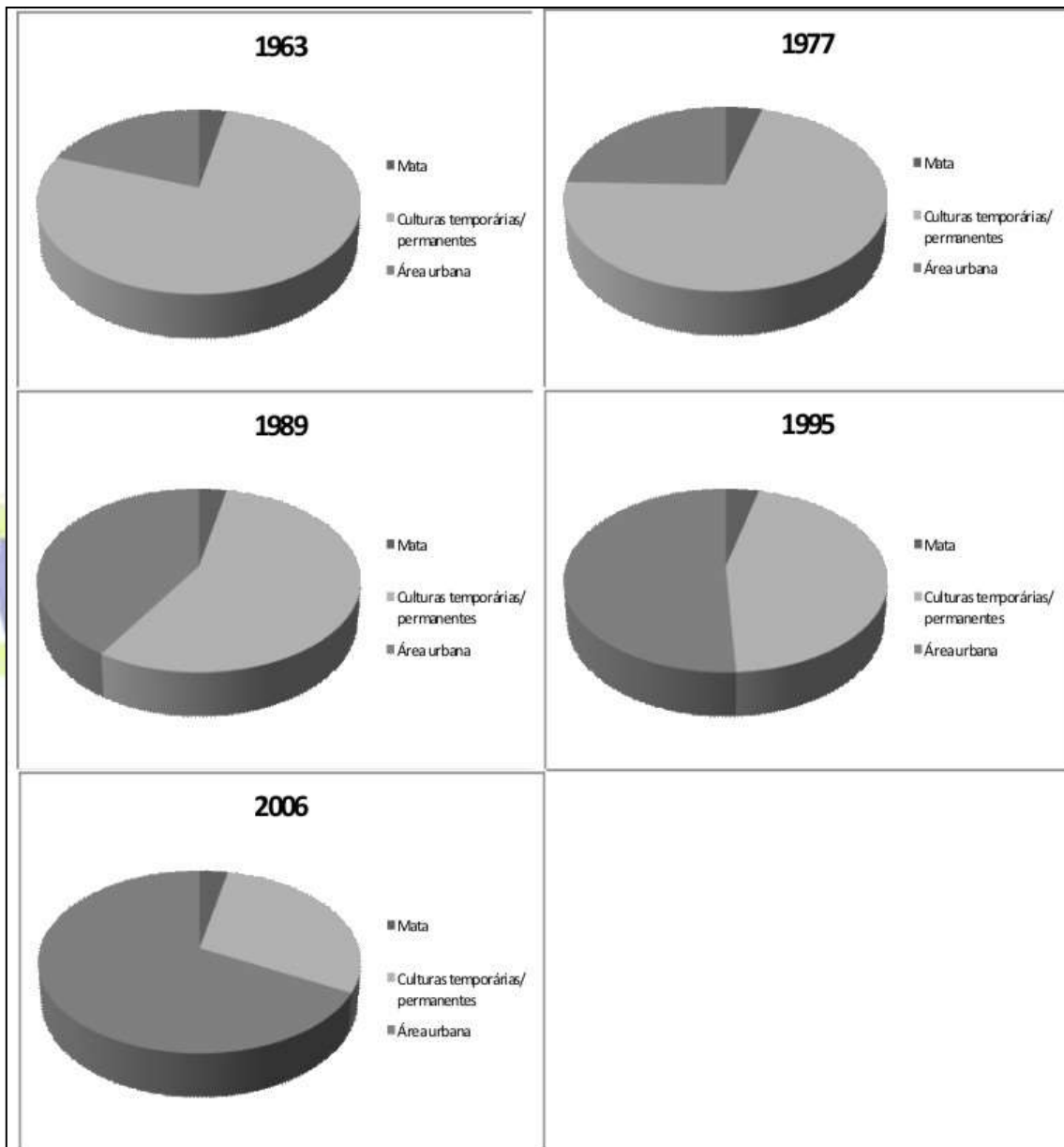


Figura 02: Gráficos referentes a distribuição do uso e ocupação do solo na bacia segundo critério temporal.

Para facilitar o entendimento serão representados segundo duas classe: área impermeabilizada (urbana) e área permeabilizada (culturas e pastagens). No ano de 1963, a área impermeabilizada da bacia compreendia apenas os divisores de água próximos as nascentes dos canais, com boa parte da área permeabilizada ocupada pelo plantio de café, cultura tradicional da época. Em 1977 a área impermeabilizada começa a expandir-se em direção às nascentes dos canais enquanto a área do médio curso e baixo curso ainda estavam permeabilizadas. No ano de 1989, observa-se grande aumento da área impermeabilizada com

construção de novos loteamentos na parte do baixo curso, bem como no médio curso e adensamento e expansão na parte das duas nascentes. No ano de 1995, as áreas de impermeabilização são similares ao ano de 1989, permanecendo praticamente a mesma configuração (Figura 03).

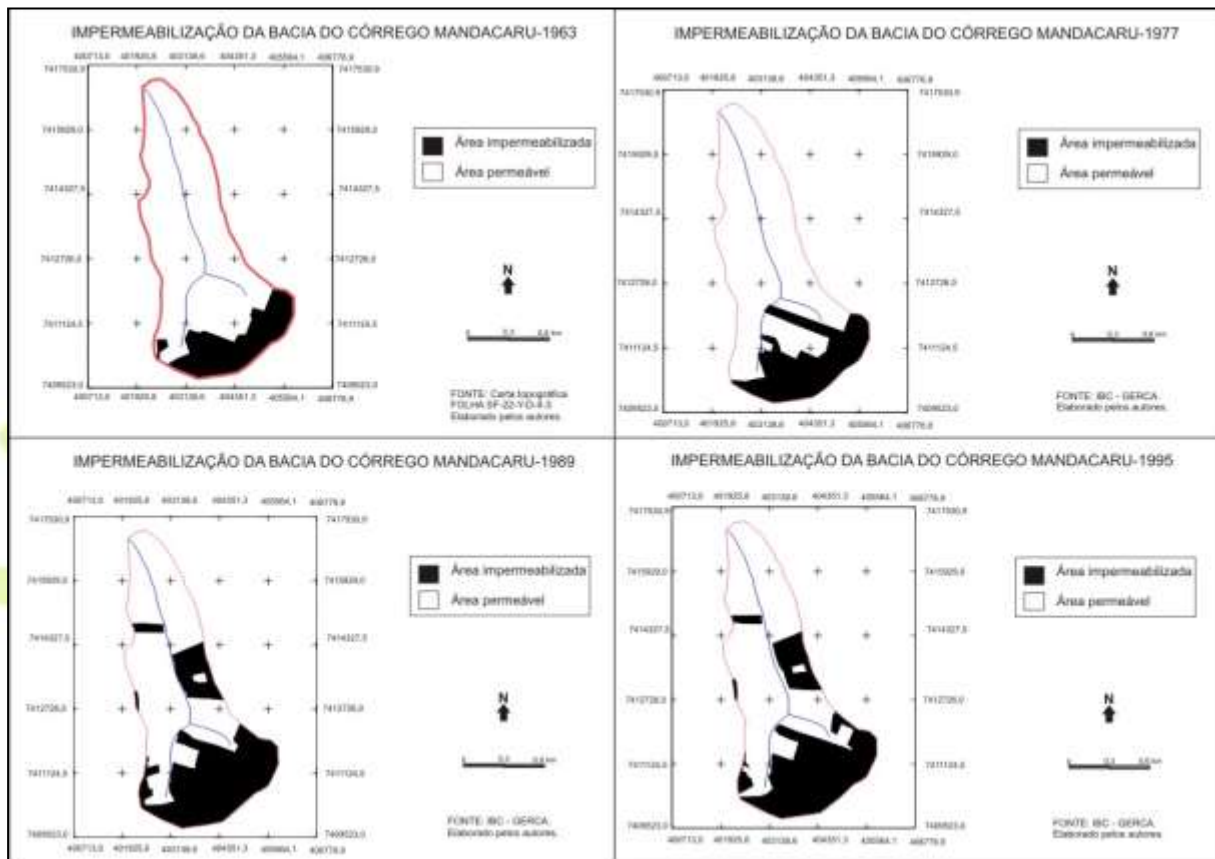


Figura 03: Uso do solo na bacia em 1963, 1977, 1989 e 1995

No ano de 2006, observa-se adensamento das áreas impermeabilizadas desde as nascentes principais do córrego até a parte do médio curso ressaltando a presença de novo loteamento próximo a foz. Nesse período a área próxima a nascente caracteriza-se com área urbana destinada à moradias, comércios e serviços públicos. Já no médio e baixo curso a predominância é de áreas de loteamentos e moradias (figura 04).



Figura 04: Impermeabilização da bacia do córrego Mandacaru em 2006.

4.2 - Bairros construídos na área

O quadro 01 expõe os dados referentes à bairros que foram criados no período de 1946 até 2006 que comprovam a impermeabilização na área de estudo.

Quadro 01: Bairros aprovados de acordo com o ano na área da bacia do córrego Mandacaru.

Bairro	Zona	Aprovação	Área Total (m ²)
PARQUE RESIDENCIAL CIDADE NOVA	29	30/12/72	378.525,06
JARDIM IMPERIAL II	29	30/07/96	700.169,04
PARQUE RESIDENCIAL QUEBEC	30	30/06/80	363.000,00
JARDIM TROPICAL	48	29/11/76	221.000,00
VILA PROGRESSO	14	29/10/46	73.680,00
JARDIM IMPERIAL	29	29/08/94	283.710,85
JARDIM BRASILIA	48	28/12/2000	110.801,58
JARDIM SANTA HELENA	48	28/04/99	290.400,00
CONJUNTO RESIDENCIAL HERMAN MORAES DE BARROS	30	23/10/81	242.000,00
PARQUE DAS LARANJEIRAS	48	20/08/85	532.398,20
CONJUNTO RESIDENCIAL PLANVILLE	48	19/11/86	66.928,91
VILA NEVADA	29	19/10/93	48.400,00
VILA ESPERANCA III PARTE	29	19/10/73	227.065,00

JARDIM PARIS III	48	18/09/2000	363.000,00
CONDOMÍNIO JARDIM IMPERIAL	29	17/10/95	87.667,74
RESIDENCIAL COPACABANA	30	17/10/80	242.000,00
PARQUE DAS PALMEIRAS	30	17/07/79	363.000,00
JARDIM MONTE BELO	14	16/10/91	121.000,00
JARDIM VITORIA	30	16/01/80	290.400,00
JARDIM REAL	48	15/05/96	286.554,60
JARDIM UNIVERSITARIO	7	14/11/76	115.516,12
JARDIM REBOUCAS	48	13/12/96	239.580,00
JARDIM PARIS IV	48	13/11/2001	20.965,51
JARDIM PARIS V	48	13/11/2001	43.028,01
JARDIM DO SOL	29	13/02/95	27.134,05
COPACABANA II	30	11/12/91	19.554,02
PARQUE JARDIM PARAISO	48	10/05/2005	246.206,67
CIDADE JARDIM	29	09/11/93	162.333,72
VILA ESPERANCA II PARTE	29	08/10/68	220.521,60
JARDIM CANADA	14	07/12/78	242.000,00
PARQUE DAS BANDEIRAS	30	03/12/81	290.400,00
JARDIM BRASIL	48	02/12/98	338.800,00

Fonte: Prefeitura Municipal de Maringá, 2010.

4.3 - Coeficiente de deflúvio e vazão máxima

Os valores do Coeficiente de Deflúvio (quadro 02) de alguns tipos de ocupações do solo foram retirados de referências bibliográficas, porém o valor médio de C foi calculado a partir das áreas impermeabilizadas da bacia de acordo com o período.

Quadro 02: Coeficiente de Escoamento Superficial (C) – modificada e adaptada para a área de estudo (AISSE in FENDRICH et. al. (1997).

Características da área	C
Área coberta e Pavimentada (residencial densa, comercial, aeroporto e estacionamento)	0,8
Área semi-descoberta (residencial normal e residencial com grandes lotes)	0,5
Área Descoberta (parques, jardins, cinturões verdes)	0,3

Os cálculos do valor médio do Coeficiente de Deflúvio (C) para a bacia do córrego Mandacaru demonstram aumento nos 43 anos de estudo, variando de 0,3 até 0,63, enquanto as estimativas de vazão máxima mostram aumento de 210%, passando de 17,2 m³/s em 1963

para 36,2 m³/s em 2006 (quadro 03). Os valores máximos de vazão aumentam em função da urbanização da bacia, conforme a impermeabilização da área crescem os valores de vazão e com isso as possibilidades de enchentes. Os dados de vazão máxima para o ano de 2006 estão próximos do que foi encontrado por COELHO (2007), que calculou a vazão máxima em 2002 com o valor de 33 m³/s. A vazão média do canal em 2006 é de 13 m³/s, aproximadamente metade do valor de vazão máxima estimada.

Quadro 03: Dados de vazão e coeficiente de deflúvio médio da bacia para os anos pesquisados.

	1963	1977	1989	1995	2006
Vazão máxima (m³/s)	17,2	24,1	28,7	31,6	36,2
C (média da bacia)	0,3	0,4	0,5	0,55	0,63

Esse aumento das estimativas da vazão máxima e com isso aumento de risco de enchente é comprovado por um jornal local, o Diário, que relata que o volume de chuva no dia 09/02/2011 foi de 95,6 milímetros, de acordo com medição da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Na média dos últimos 33 anos, o mês de fevereiro tem volume de 183,3 milímetros, mas só nos dez primeiros dias de 2011, a UEM registrou 219,6 milímetros. Neste mesmo dia várias casas foram inundadas a enchente sendo que o córrego Mandacaru também transbordou dificultando o trânsito na sua proximidade.

A figura 05, ilustra gráfico com a relação entre a vazão máxima estimada para o período de estudo e Coeficiente de Deflúvio Médio para a bacia (C). Verifica-se a relação de proporção direta entre as duas variáveis.

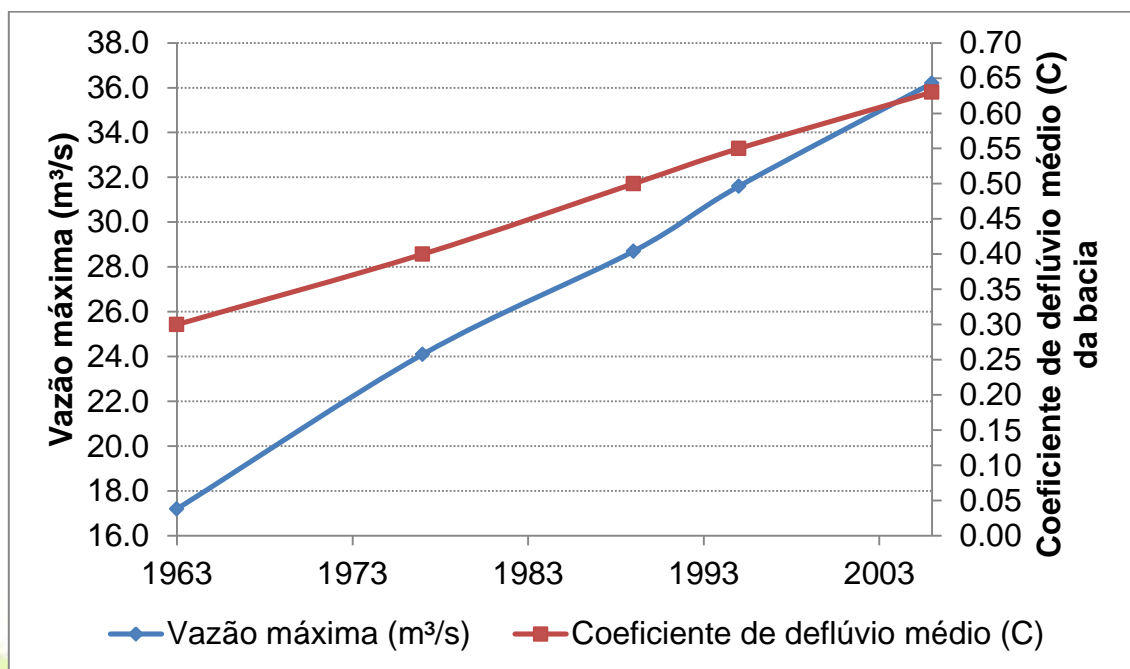


Figura 05: Relação vazão máxima e coeficiente de deflúvio médio para a bacia.

O córrego Mandacaru está sofrendo intenso processo de erosão marginal e entalhamento do canal, sendo que a carga suspensa no momento de cheia é 14 mil vezes maior que a do rio Ivaí e 60 mil vezes maior que a do Rio Paraná (COELHO, 2007). O canal na parte urbana aprofundou seu leito em média 15 metros em relação às margens. Sua capacidade de transporte de material grosseiro em épocas de enchentes é elevada, levando árvores, entulhos, seixos de mais de 20 cm de largura. Na figura 06, observa-se na fotografia 01 o bueiro assoreado que deveria ser responsável pela passagem da água; na fotografia 02 observa-se material carregado e depositado pelo canal em momentos de enchentes; na fotografia 03 está exposta a erosão marginal do canal e por fim na fotografia 04 a erosão causada pela força da água que foi canalizada.

Sala (2006) destaca algumas formas de processos erosivos atuais como: desmoronamento das margens, assoreamentos dos leitos na nascente do córrego Mandacaru.



Figura 06: Fotografias do canal do ribeirão Mandacaru.

4.4 - Análise morfométrica

O córrego Mandacaru é um canal perene afluente do ribeirão Maringá que deságua no rio Pirapó, pertencente à bacia hidrográfica do rio Paranapanema. A bacia possui formato alongado com direção NW, área de 15,33 km², com 18,83 km de perímetro (Quadro 06). O Índice de Sinuosidade de 7,19% mostra que o canal enquadra-se na classificação de classe de sinuosidade muito reta. O coeficiente de compacidade indica que o formato da bacia difere de um círculo reduzindo assim a possibilidade de enchentes naturais. O papel da urbanização é então fundamental para ocorrência de inundações na área. A Densidade de Drenagem de 0,5 km/km² aponta para bacia com drenagem pobre e portanto o valor da extensão média do escoamento superficial é alto, no caso 0,47 km, ou seja em média uma gota de chuva terá que percorrer 470 metros até atingir um canal de drenagem.

Quadro 06: Parâmetros morfométricos calculados.

Parâmetro Morfométrico	Valor
Área da bacia	15,33 km ²
Perímetro da bacia	18,83 km
Índice de Sinuosidade	7,19 %
Densidade de drenagem	0,5 km/km ²
Comprimento dos canais de drenagem	8,15 km
Coefficiente de compacidade	1,35
Extensão média do escoamento superficial	0,47
Ordem do canal	2
Variação altimétrica	140 m

Os perfis transversais traçados nos canais de drenagem da bacia, mostram que a margem direita da bacia apresenta altitudes menores em relação à margem esquerda, permitindo assim dizer que a parte da direita está mais suscetível para inundações, como a que ocorreu no dia 09/02/2011 onde a Avenida Mandacaru, teve várias casas alagadas.

Quanto aos vales dessa área, são entalhados e encaixados, apresentando forma de V(SALA, 2006). O Perfil da Parte Média II apresenta um perfil com valores de altitude próximos em ambas as margens com vertentes retilíneas, mas esse ponto localiza-se na parte ainda permeável da bacia com culturas temporárias. A área da foz também é permeável apresentando, porém desnível de 8 metros de um divisor de água para o outro com vertente retilínea na margem direita e vertente convexa na esquerda. O perfil da parte média do curso do córrego Mandacaru, localiza-se na área urbanizada, onde normalmente ocorre extravasamento do canal em eventos intensos de precipitação, observa-se vertente retilínea na margem direita com desnível de 40 metros com a vertente convexa da margem esquerda. Além de que neste perfil o canal tem 125 metros de área plana na sua margem, facilitando seu transbordamento em períodos de cheia (Figura 07).

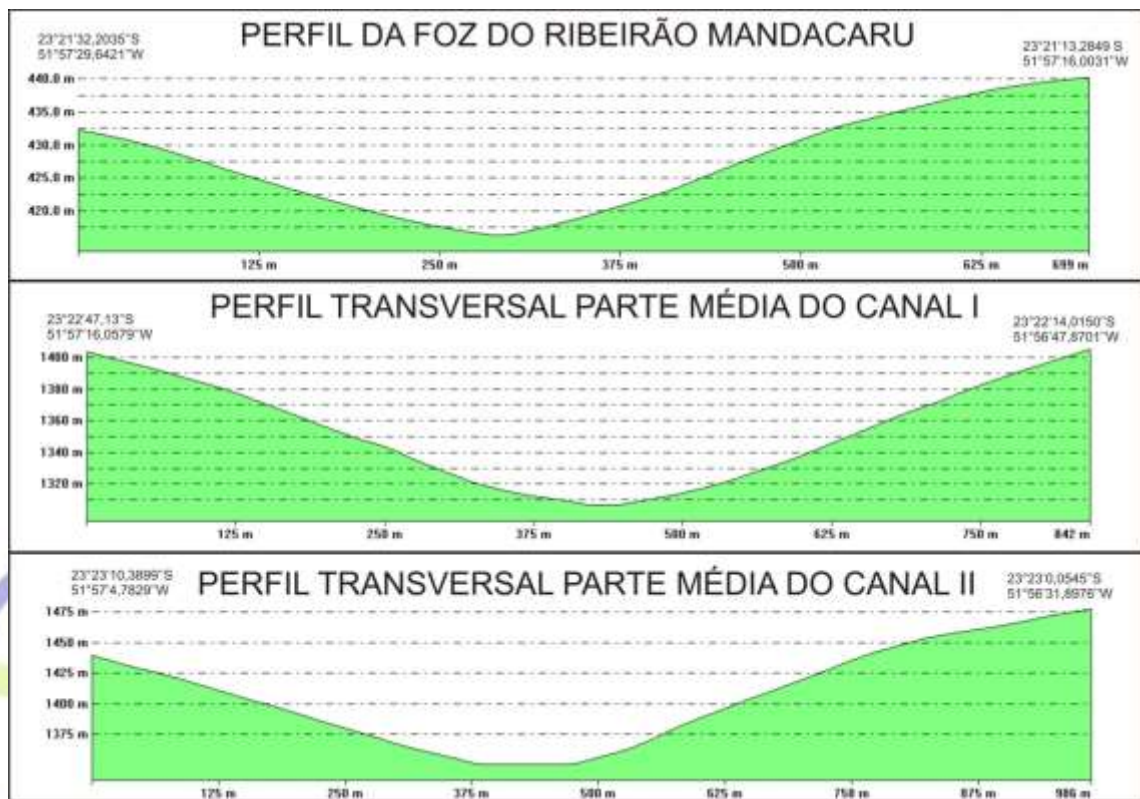


Figura 07: Perfis elaborados no canal do córrego Mandacaru.

No perfil da nascente I ambas vertentes são convexas com variação altimétrica de 20 metros e na nascente II, e na nascente II, a variação altimétrica é de 20 metros também com vertentes convexas e na parte do fundo de vale ocorre uma parte plana.

Quanto ao perfil longitudinal pode-se considerá-lo como côncavo com maiores declividades na área da nascente, e também há uma área com declive maior entre 1 km e 1,8 km de canal com variação altimétrica de 100 metros exatamente na área urbanizada com interferência antrópica no canal (Figura 08). O perfil longitudinal do referido córrego exhibe modelado pouco sinuoso, indicando, porém, uma quebra mais abrupta, no alto curso (de cerca de 500 para 460m), possivelmente associada a um pequeno escarpamento devido à ruptura na soleira do basalto (VOLKMER, 2010).

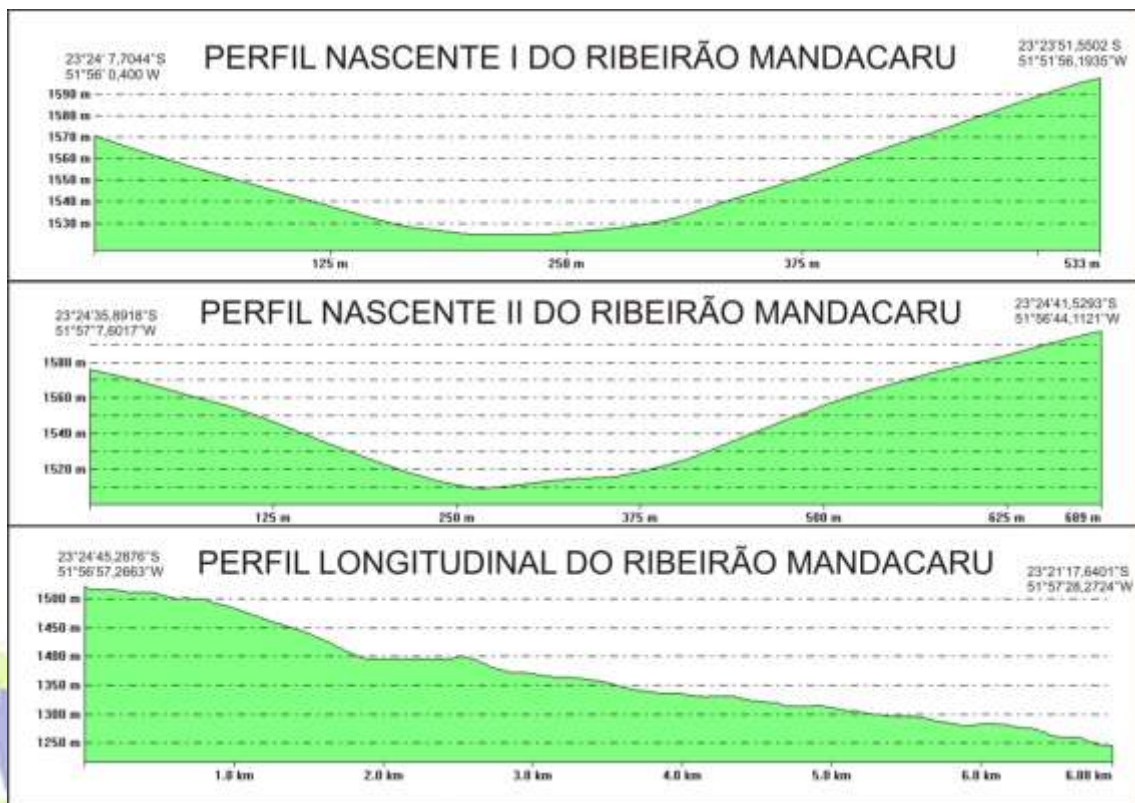


Figura 08: Perfis elaborados no canal de drenagem do córrego Mandacaru.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área da bacia do córrego Mandacaru, 32 novos bairros foram criados desde a década de 40, configurando uma área de impermeabilização de 2,95 km² em 1963 e de 10,2 km² em 2006. A área de mata nos 43 anos manteve-se praticamente a mesma, enquanto as áreas de cultura temporária foram substituídas pela área urbana. De acordo com os cálculos de estimativa dos valores de vazão máxima, em 1963 era de 17,2 m³/s e em 2006 de 36,2 m³/s, comprovando os dados obtidos na pesquisa de COELHO (2007). O valor médio do Coeficiente de Deflúvio variou de 0,3 até 0,63 respectivamente para os anos de 1963 e 2006.

Os parâmetros morfométricos mostram que a margem direita da bacia é em média 08 metros mais baixo em relação a margem esquerda, inferindo-se que a possibilidade de inundação é maior na margem direita, exatamente onde no dia 09/02/2011 ocorreu a destruição de várias casas devido à inundações. O formato alongado da bacia não configura uma situação natural para enchentes, sendo que este fenômeno está ligado a processo de impermeabilização da área.

O canal do Mandacaru sofre intenso processo erosivo marginal ocasionado pela força das águas que provêm de toda área urbana na área. Os dados da pesquisa mostram a urgência na realização de obras para diminuição do risco de inundação e retirada de moradores em áreas muito vulneráveis ao extravasamento do canal.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, I. B.; MARTINS, M. L. O. F.; NERY, J. T. **Estudo da Precipitação Pluviométrica e balanço hídrico em Maringá**. In Boletim de Geografia. 19 (1): 115 – 128 (2001)

ARAÚJO, P. R.; GOLDENFUM, J. A.; TUCCI, C. E. M.(1999). “**Avaliação de Pavimentos Permeáveis no Controle da Geração de Escoamento Superficial**”. In. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – Belo Horizonte, MG CD-ROM.

BACK, A. J. **Análise morfométrica da bacia do rio Urussanga – SC**. Revista Brasileira de Geomorfologia, 2006.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M. FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers&Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CHOW, V.T., MAIDMENT, D.R., MAYS, L.W. **Applied hydrology**. New York: McGraw-Hill, 1988.

COELHO, A, R. **Dinâmica fluvial e qualidade da água da bacia de drenagem do ribeirão Maringá: contribuição para o planejamento e gestão ambiental**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Maringá: 2007.

ECPM, Estação Climatológica Principal de Maringá. Universidade Estadual de Maringá: 2010.

FENDRICH, R. & OBLADEN, N. L. & AISSE, M. M. & GARCIAS, C. M. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**.1 ed. Curitiba: Champagnat, 1997.

KÖPPEN, W. **Climatologia. Com um estudio de los climas de latierra**. In: IAPAR. Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná, Londrina, 1948.

LEOPOLD, L. T. **Hydrology for urban planning - A guide book on the Hydrologic effects of urban land use**.USGS, 1968.

NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M. T. **Solos do terceiro planalto do Paraná**. I Encontro geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense - ENGEOPAR. Paraná: 2003.

PINESE, J. P. P.; NARDY, A. J. R. **Contexto geológico da formação serra geral no terceiro planalto Paranaense**. I Encontro geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense - ENGEOPAR. Paraná, 2003.

SALA, M. G. **Fragilidade Ambiental na bacia do ribeirão Maringá**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá: 2005.

SILVA, A. S.; RIBEIRO, V. H. **Fragilidade ambiental e impactos erosivos ao longo do córrego Mandacaru na área urbana do município de Maringá – PR**. Revista Percurso NEMO, Maringá: 2010.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. **Controle do impacto da urbanização**In: Drenagem urbana, 1995.

VIEIRA, S. B.; STEVAUX, J. C. **Evolução da impermeabilização da bacia hidrográfica do córrego Osório**. Boletim de Geografia, Maringá: 2006.

VOLKMER, S.; FORTES, E. **Unidades Morfodinâmicas e Ordenamento Territorial da bacia do córrego Mandacaru – Paraná – Brasil**. VI Seminário Latino Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra, 2010.

ZAMUNER, L. D. **Erosão Urbana em Maringá-Pr: o caso do Parque Florestal dos Pioneiros- Bosque II**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2001.

Artigo Recebido em: 26 de março de 2014.

Artigo Aprovado em: 10 de junho de 2014.