

**CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES REALIZADAS EM CANAIS FLUVIAIS
URBANOS NAS CIDADES DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON-PR E BOA
VISTA-RR.**

Carlos Sander
Universidade Federal de Roraima
sandergeo@yahoo.com

Fábio Luiz Wankler
Universidade Federal de Roraima
fwankler@uol.com.br

Manoel Luiz dos Santos
Universidade Estadual de Maringá
mldsantos@uem.com

Oscar Vicente Quinonez Fernandez
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
fernandez@unioeste.br

**EIXO TEMÁTICO: GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIA HIDROGRÁFICAS,
PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITÓRIAL**

Resumo

Este trabalho tem como objetivo avaliar modificações realizadas na rede de drenagem que drenam áreas urbanizadas e impactos na hidrologia de canais fluviais nas regiões Sul e Norte do Brasil. Este estudo tratou dos impactos resultantes da urbanização na rede de drenagem de canais de baixa ordem, analisados pelo estudo comparativo de dois sistemas de drenagem em condições ambientais distintas - as bacias dos igarapés Caranã e Carrapato (Boa Vista, RR), além dos córregos Iracema e Cassel (Marechal Cândido Rondon, PR). A metodologia envolveu a coleta de dados de campo (entrevistas e reconhecimento dos processos intervenientes *in loco*) e gabinete (análise de fotos aérea e imagens de satélite). Os resultados do estudo mostraram que o processo de urbanização das bacias hidrográficas promoveu modificações importantes na estrutura da rede de drenagem em ambas as bacias. Contudo, percebeu-se que os critérios para avaliação dos impactos sobre os cursos fluviais, assim como a criação de limites a ocupação urbana, devem considerar as características físicas regionais.

Palavras-chave: Rede de drenagem; Intervenção antrópica; Paraná; Roraima.

Abstract

This work aims to evaluate modifications to the drainage network draining urbanized areas and impacts on the hydrology of river channels located in the southern and northern Brazil. This study addressed the impacts of urbanization on the resulting network of drainage channels of low order, analyzed by the comparative study of two drainage systems in different environmental conditions - the basins of the streams Caranã and Carrapato (Boa Vista, RR), in addition to Iracema streams and Cassel (Marechal Cândido Rondon, PR). The methodology involved the collection of field data (interviews and recognition of the processes involved *in loco*) and office (analysis of aerial photos and satellite images). The study results showed that the urbanization of watersheds promoted significant changes in the structure of the drainage network in both basins. However, it was noted that the criteria for assessment of impacts on waterways, as well as the creation of the urban settlement boundaries should consider the physical region.

Keywords: Network of drainage; Human intervention; Paraná, Roraima.

Introdução

Os núcleos urbanos representam a mais intensa manifestação do ímpeto humano na ocupação do solo. Em consequência disso, os reflexos na hidrologia dos sistemas fluviais urbanizados tem sido afetada por intervenções diretas e indiretas a rede fluvial. Tais intervenções promovem alterações na composição físico-química dos caudais assim como da dinâmica fluvial.

Estudos destacando mudanças nos regimes fluviais associados à alteração da estrutura da rede de drenagem se tornaram mais comuns ao final da década de 1980 DREW, 1989; BROOKES, 1996; BRAVARD e PETTS, 1996; STEIGER *et al.*, 1998; GURNELL E DOWNWARD, 1994; GARDINER, 1995; MAHESHWARI *et al.*, 1995; SANDER, 2003; CUNHA, 2003; GREGORY, 2006; VIEIRA e CUNHA, 2008; SANDER *et al.*, 2011). Além das modificações geradas no regime fluvial devido à ocupação das vertentes de bacias hidrográficas, passou-se a se destacar intervenções diretas do homem junto aos canais (DREW, 1989; BROOKES, 1996; BRAVARD E PETTS, 1996; STEIGER *et al.*, 1998; GURNELL E DOWNWARD, 1994; MAHESHWARI *et al.*, 1995; SANDER, 2003; CUNHA, 2003; GREGORY, 2006).

Mesmo que intervenções na rede de drenagem são comuns a bacia com os mais variados usos de solo é nas áreas urbanizadas que as intervenções são mais agudas (SANDER, 2003). Observações realizadas em bacias urbanizadas no Norte e Sul do Brasil mostram que à medida que as cidades crescem, áreas pantanosas passam a ser drenadas e canais são retificados, ora para melhorar a drenagem dos fluxos torrenciais gerados pelas áreas urbanizadas, ou para facilitar a urbanização de trechos mal drenados (SANDER, 2003; WANKLER *et al.*, 2010).

Objetivos

Este trabalho avalia os impactos decorrentes da urbanização na rede de drenagem de canais de baixa ordem em dois cursos fluviais localizados em regiões com realidades, condições físicas e hidrológicas distintas.

Área de Estudo- A pesquisa compreende as bacias dos igarapés Caranã e Carrapato (RR), assim como as bacias e dos córregos Iracema e Cassel (PR) (Figura 1). As bacias dos igarapés Caranã e Carrapatos são afluentes do baixo rio Cauamé estão localizadas entre as coordenadas geográficas de 2° 03' – 2° 44' N de latitude e 60° 38' - 60° 48' W. A bacia do igarapé Caranã drena uma área total 38,72 km² e tem 56% de sua área (estimativa em 2006) ocupada pela cidade de Boa Vista, RR. A bacia do igarapé Carrapato possui uma área de 95 km² e drena áreas de savana.

Estas bacias estão inseridas sob o domínio geomorfológico da Depressão Boa Vista, caracterizado na maior parte por vertentes de baixa e média declividades e fundos de vale rasos (IBGE, 2005a), principalmente nos tributários do rio Cauamé sobre a influência da Formação Boa Vista (IBGE, 2005b). O clima da região é do tipo Aw (classificação de Köppen), sendo do tipo

tropical típico de savana, com estação chuvosa concentrada nos meses de verão (boreal) e inverno seco, com estiagem média entre 5-6 meses, com pluviosidade média de 1800 mm anuais.

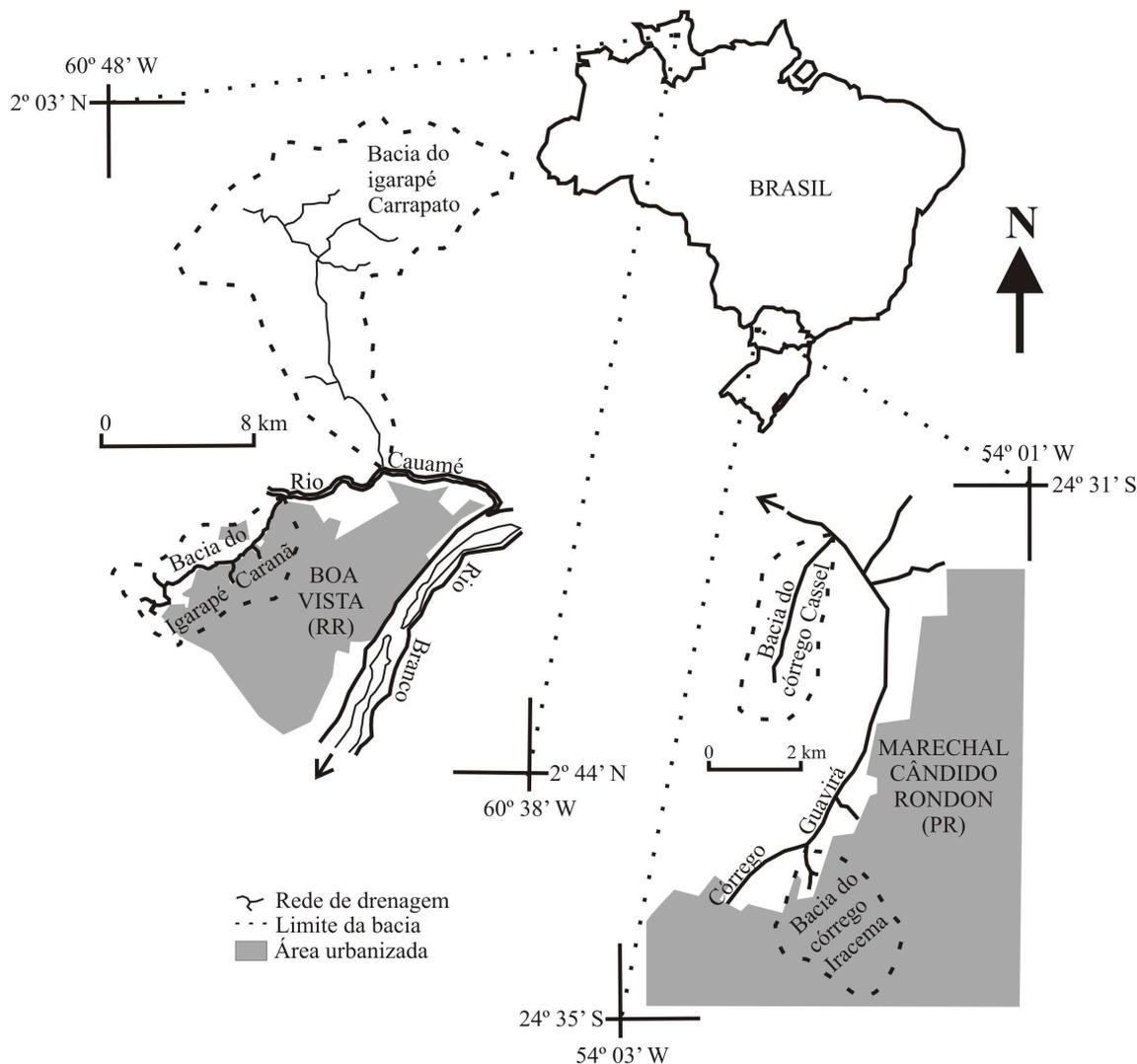


Figura 1: Localização das bacias dos igarapés Caranã e Carrapato (Boa Vista, RR), assim como dos córregos Iracema e Cassel (Marechal Cândido Rondon, PR)

As bacias dos córregos Iracema e Cassel estão localizadas no trecho superior da bacia do córrego Guavirá entre as coordenadas geográficas de 24° 31' - 24° 35' S de latitude e 54° 01' - 54° 03' W de longitude. O córrego Iracema drena uma área total de 0,99 km² e tem 96 % de sua área ocupada pela cidade de Marechal Cândido Rondon, PR. Já o córrego Cassel drena uma área de 0,79 km², composta em sua maior parte por áreas de culturas anuais e pastagens.

Esta área está inserida no Terceiro Planalto Paranaense, na Bacia Sedimentar do Paraná. O substrato rochoso é constituído por basaltos da Formação Serra Geral, de idade neojurássica-eocretáceo (MELFI, 1967). O terceiro planalto, também denominado por planalto de “trapp” do Paraná ou de Guarapuava, representa a região dos grandes derrames de lava basáltica do vulcanismo gondwânico do Pós-triássico até o Eocretáceo, onde as possantes massas ascenderam os planaltos rumo NW como diques diabásicos (MAACK, 1981). Esta bacia apresenta um relevo caracterizado por

colinas e com vertentes ligeiramente convexas. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, Subtropical Úmido (Mesotérmico), verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22°C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação definida, apresentando precipitação média anual em torno de 1700 mm.

Metodologia

A determinação das alterações da rede de drenagem envolveu atividades de campo e de laboratório. Nos córregos Iracema e Cassel, a evolução das modificações foi obtida pela realização de entrevistas com moradores residentes no local desde o início das intervenções. Com uso de um questionário bastante detalhado foram levantadas informações sobre a forma, tipologia da rede de drenagem, posição, tipos de intervenções e períodos de execução. Estas informações foram comparadas com fotos aéreas em escalas 1: 25.000 (1980) e 1: 8.000 (1996) e imagens de satélite Landsat (1995 e 2000) na órbita / ponto na órbita 224-077. O mapeamento da rede de drenagem do córrego Iracema foi obtido com o auxílio de um nível ótico e bússola. O mapeamento de 2011, por sua vez, foi realizado através da interpretação de imagens de satélite (Google Earth) e complementado com visitas a campo. Os dados foram processados em gabinete e foram representados espacialmente com o auxílio do software CorelDraw 10.

A rede de drenagem do igarapé Caranã, por sua vez, foi obtida pela interpretação de imagens de satélite Landsat (1995 e 2006), à órbita / ponto 232 – 058, e trabalhadas junto ao software CorelDraw 10. As informações foram ainda contempladas com visitas a campo afim observar a eficiência das drenagens no trecho urbanizado.

Resultados e discussão

A evolução do processo de urbanização determinaram mudanças na estruturas da rede de drenagem do córrego Iracema (Marechal Cândido Rondon/Paraná) e do igarapé Caranã (Boa Vista Roraima) se comparado com as bacias rurais vizinhas (Figura 1). A bacia do córrego Iracema, apesar de ter em torno de 96 % sua área urbanizada tem quase toda sua rede de drenagem fora do trecho urbanizado, pois sua rede de drenagem é confinada ao trecho inferior da bacia.(Apesar disso quase toda sua rede de drenagem está fora do trecho urbanizado, ficando sua rede de drenagem confinada ao trecho inferior da bacia. A Figura 2 e a Tabela 1 apresentam as alterações realizadas na parcela superior da rede de drenagem do córrego Iracema, do início da urbanização da bacia (1950) até o ano de 2010.

Durante o período estudado foi verificado a ocorrência de 5 ciclos de intervenção na rede de drenagem do córrego Iracema (Figura 3, Tabela 2). Até a década de 1950 a rede de drenagem apresentava as condições naturais, sendo caracterizada em seu trecho superior pelo predomínio de

ambientes pantanosos, quando o córrego apresentava uma extensão de 1,752 km e uma densidade de drenagem de 1,77 canais/ km². O período da década de 1960 representou um importante ciclo de intervenção da rede de drenagem do córrego Iracema, quando aproximadamente 70 % das áreas pantanosas foram drenadas com o incremento de 457 m de canais artificiais.

As décadas de 1980 e 1990, além do ano de 2000 (Figura 3) o córrego Iracema apresentou uma contração da rede fluvial, com a ampliação de 88 % a rede de canais, atingindo uma extensão 3.293 m (com incremento de 1.541 m a rede de drenagem original) e uma densidade de drenagem de 3,33 (km de rios/km²). Além drenagem de áreas pantanosas residuais, outras modificações serviram a propósitos voltados à prática da piscicultura, com a construção de açudes, e a ampliação da densidade de drenagem e da capacidade dos canais (alargamento da seção transversal) de modo a reduzir a ação dos fluxos torrenciais na cabeceira de drenagem resultantes da urbanização da bacia.

Na década posterior, especialmente entre 2005 e 2011, a rede de drenagem do córrego Iracema sofreu uma redução de 102 metros em sua extensão e de sua densidade de drenagem (de 3,33 para 3,22 canais/ km²). O propósito destas últimas intervenções foi de otimizar a capacidade das drenagem para um melhor enxugamento dos fluxos torrenciais e um melhor aproveitamento da área.

Tabela 1: Características da rede de drenagem dos córregos Iracema (1950 a 2010) e Cassel (1950 a 2005), Marechal Cândido Rondon, PR.

Córrego	Período	Extensão total da rede de drenagem (m) (segmentos perenes e intermitentes)	Incremento dos canais perenes e intermitentes a partir da rede inalterada (m)	Densidade de drenagem (km de rios/ km ²)
Iracema	Década de 1950	1.752	0 (canais inalterados)	1,77
	Década de 1960	2.209	457	2,23
	Década de 1980	2.422	670	2,45
	Década de 1990	2.509	757	2,53
	Ano de 2000	3.293	1.541	3,33
	Ano de 2011	3.191	1.439	3,22
Cassel	Até 1974	2.509	757	2,53
	1975 - 2005	3.293	1.541	3,33

No comparativo com a bacia do córrego Cassel, a urbanização da bacia do córrego Iracema se mostrou bastante incisiva quanto a intervenções a morfologia da rede de drenagem. Mesmo que as duas bacias tenham apresentado a extinção de seus trechos pantanosos para construção de açudes e a implantação de pastagens, os fluxos gerados pela impermeabilização da bacia do segundo córrego resultaram numa alteração mais aguda em sua rede de drenagem (variando entre valores de 1,77 a 3,33 km de rios/ km²) (Tabela 1) (Figuras 2 e 3).

Quanto ao regime hidrológico, apesar da bacia córrego Iracema ter sua próxima em torno de 60 % de sua área impermeabilizada (SANDER, 2003), durante o monitoramento de um ano (junho/2001 a maio/2002), esta bacia apresentou uma menor amplitude em sua descarga de base (4,24 vezes) em comparação com o córrego Cassel (19,49 vezes). Além disso, o córrego Iracema apresentou o dobro de volume médio de descarga por área (22,69 l/ km²) que o córrego Cassel (11,72 l/km²).

Segundo Sander (2003), apesar destas bacias receberem um volume pluviométrico aproximado, alguns fatores potencializam as diferenças entre os regimes destacando-se a forma e o posicionamento da rede de drenagem das bacias e a alimentação artificial dos reservatórios subterrâneos. Assim, enquanto que a bacia do córrego Cassel apresenta uma forma alongada e tem a rede de drenagem percorrendo 2/3 da extensão da bacia, a bacia do córrego apresenta uma forma arredondada e sua rede de drenagem está confinada próximo ao seu exutório. Isso faz que a primeira bacia venha se tornar mais favorável a drenagem de água, diminuindo o tempo entre a entrada e a saída da água no sistema. Contudo, a estabilidade e o maior volume anual de descarga apresentados pelo córrego Iracema acontecem devido à recarga constante do aquífero da bacia por sistemas de fossas sépticas localizadas no trecho urbanizado favorecendo a manutenção dos níveis freáticos ao longo do ano hidrológico.

Os resultados obtidos a partir do mapeamento que a rede de drenagem do igarapé Caranã, por sua vez, apresentou um incremento de 4,84 %, tendo sua densidade de drenagem (km de rios/ km²) ampliada de 1,32 a 1,39 (km de rios/ km²) (Tabela 2) (Figura 4).

Mesmo que a extensão da rede fluvial tenha recebido um baixo incremento na extensão da rede fluvial, a redução do número e da extensão dos lagos da bacia foram os principais impactos observados (Tabela 2). Os ambientes paludais sofreram uma retração de 123 % de sua área, passando de uma área de 6,77 para 3,03 km², menos da metade da área original. É preciso ressaltar que a urbanização ocupa pouco mais da metade da área da bacia (56 %, conforme estimativa feita para o ano de 2006) e mostra que à medida que a cidade de Boa Vista se expande sobre a bacia do igarapé Caranã os ambientes paludais são drenados em quase sua totalidade. Isto mostra que a urbanização de toda a bacia tende a eliminar todos os lagos, situação observada em bacias vizinhas com ocupação anterior a do igarapé Caranã.

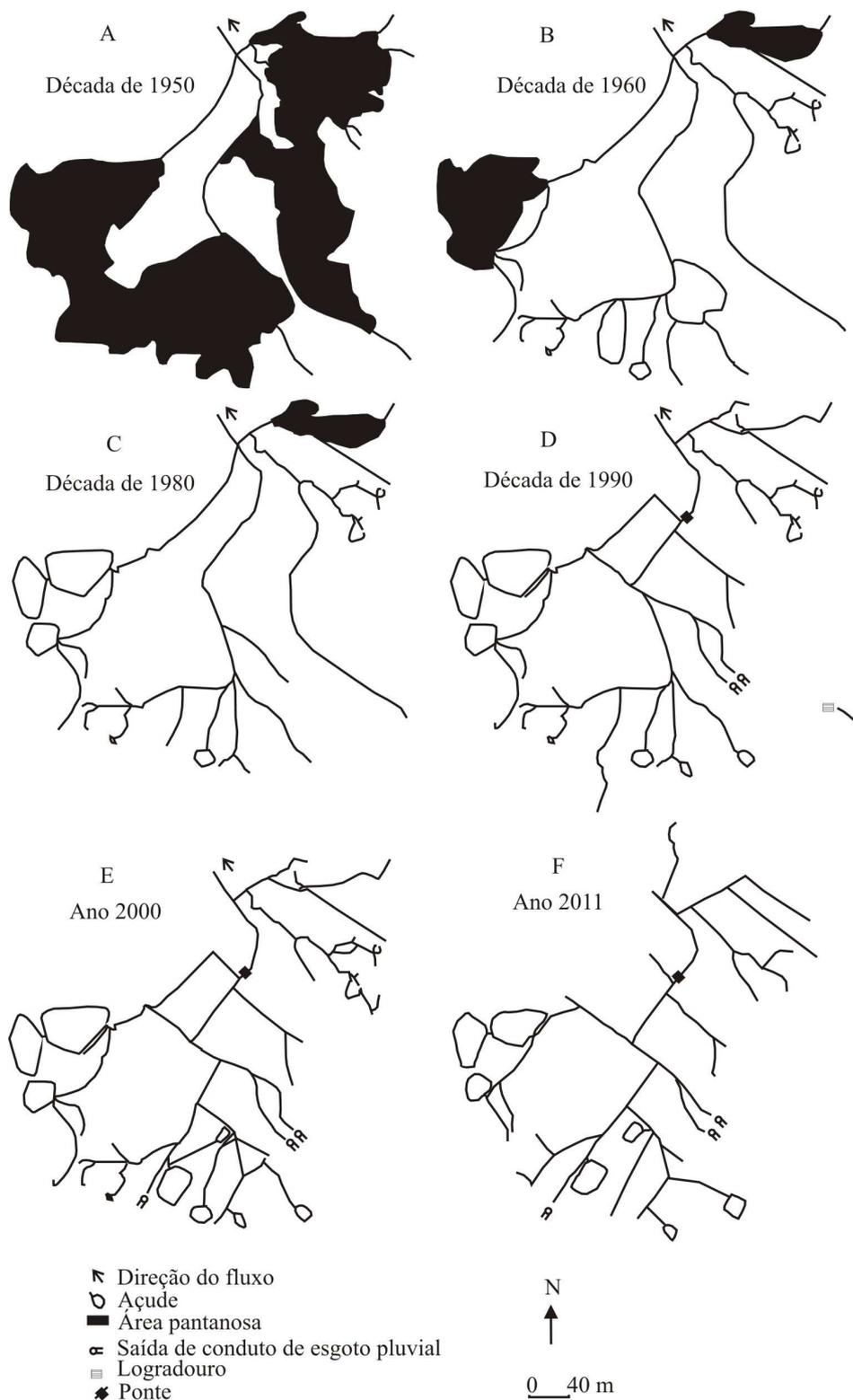


Figura 2: Variação espacial e temporal da rede de drenagem (canais perenes e intermitentes) na cabeceira do córrego Iracema: (A) morfologia da rede de drenagem anterior a intervenção; (B, C, D, E e F) morfologia da rede de drenagem.

O aumento da densidade de drenagem gera uma aceleração da saída da água no sistema que pode acontecer de forma mais eficiente. Contudo, a geomorfologia da bacia pode afetar a eficiência dos canais. Isso é observado na rede de drenagem do igarapé Caraná. Pelo fato

de Boa Vista estar situada numa bacia sedimentar onde as topografias variam pouco em altitude e favorecem a manutenção de áreas mal drenadas. Assim, a canalização de ambientes paludais não tem evitado em várias áreas da bacia a ocorrência de inundações e alagamentos durante a estação chuvosa. A isso pode se atrelar o baixo gradiente do perfil longitudinal (de poucos centímetros por quilometro) dos trechos canalizados, fazendo que a água se desloque de forma bastante lenta.

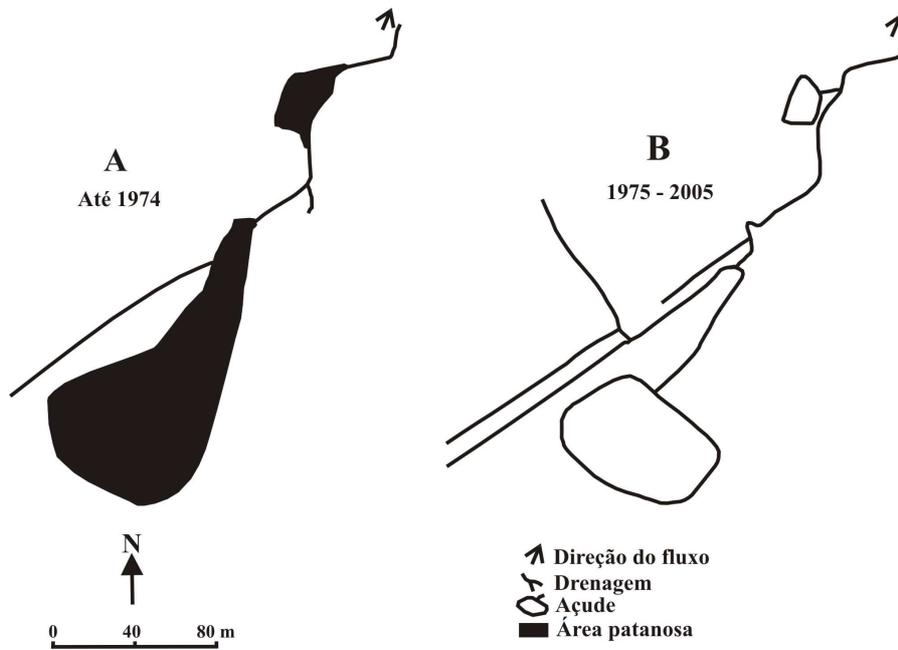


Figura 3: Variação espacial e temporal da rede de drenagem (canais perenes e intermitentes) na cabeceira do córrego Cassel: (A) morfologia da rede de drenagem anterior a intervenção; (B) morfologia da rede de drenagem.

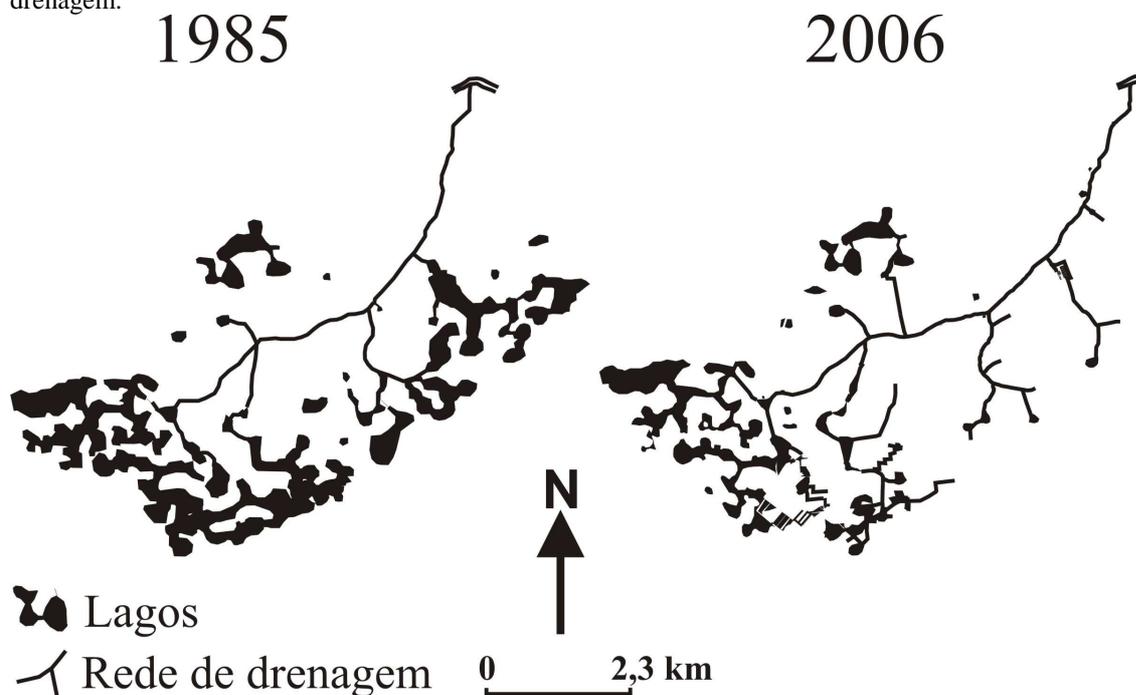


Figura 2: Variação espaço temporal da densidade de drenagem do igarapé Caranã, Boa Vista, RR. No ano de 1985 toda bacia estava fora da malha urbana de Boa Vista. No ano de 2006 a parcela que compreende toda a margem direita da rede de drenagem já estava ocupada pela cidade.

Outro fator importante a ser considerado é a distribuição anual das chuvas na região. Evangelista *et al.* (2008) apontam uma precipitação média anual para a região de Boa Vista perto de 1800 mm. Segundo estes autores, 85 % dos totais anuais de chuva precipitam na estação chuvosa (abril – setembro). Contudo, o ápice da estação chuvosa é entre os meses de maio e julho que apresentam uma média histórica próxima a 1000 mm. Neste sentido, o acumulado das chuvas deste período, associado às áreas depressivas de baixo gradiente topográfico, residuais de antigos trechos paludais, se sobrepõe a capacidade das drenagens e causam constantes acumulo de água e transtornos em trechos da rede de drenagem absorvidos pela urbanização.

Tabela 01: Características da rede de drenagem do igarapé Caranã em 1985 e 2006, Boa Vista, Roraima.

Período	Extensão da Rede de Drenagem (km)	Área da Bacia constituída por Lagos (km ²)	Densidade de drenagem (km de rios/km ²)
1985	51,2	6,77	1,32
2006	53,8	3,03	1,39

Outro impacto observado no igarapé Caranã é alteração de seu regime de vazão de base. Comparando da descarga deste igarapé com uma bacia vizinha de mesmas características físicas localizada em área rural (bacia do igarapé Carrapato, Figura 1), foi verificado uma maior amplitude da descarga de base na bacia urbanizada. Enquanto a descarga da bacia do igarapé Carrapato apresentou uma variação de 19,6 vezes da vazão entre o período de máxima (ápice da estação chuvosa) e mínima (período agudo da estação seca), durante os meses de abril de 2008 a maio de 2009, a variação da descarga do igarapé Caranã foi de 25,8 vezes. A diferença de variação entre as descargas destas bacias pode ser entendida pela ampliação dos sistemas drenados e redução dos ambientes paludais no igarapé Caranã. Mesmo que no ápice da estação chuvosa os sistemas de canais artificiais não apresentem grande eficiência, a médio prazo (semanas/meses) eles atuam na aceleração da saída da água do sistema, reduzindo o nível freático e a vazão durante a estação seca. O impacto na redução da descarga do igarapé Caranã durante a estação seca pode ser considerado ainda mais relevante. Isto porque a bacia do igarapé Carrapato abastece importantes sistemas de irrigação tendo sua descarga bastante reduzida durante o período extremo da estação seca e aumentando a amplitude da descarga de base anual.

Considerações finais

O processo de urbanização junto às bacias hidrográficas do igarapé Caranã e do córrego Iracema promoveu modificações importantes na estrutura da rede de drenagem em ambas as bacias e na sua hidrologia:

- As principais modificações junto à rede de drenagem do igarapé Caranã e do córrego Iracema foram à construção de drenagens e a redução de ambientes mal drenados;

- A rede de drenagem do córrego Iracema apresentou uma ampliação na extensão da rede de drenagem (acréscimo de 88 %) e na densidade de drenagem (que variou de 1,77 a 3,33 km de rios/km²) mais pronunciada que o igarapé Caranã que apresentou um pequeno aumento nestas variáveis (com ganho de 5% na extensão do sistema fluvial e ampliação de 1,32 1,39 km de rios/km² em sua densidade de drenagem;

- A principal modificação observada no sistema fluvial do igarapé Caranã foi à redução o espelho de água da bacia, composto por uma complexa rede de lagos, passando de uma área de 6,77 a 3,03 km²;

- As modificações na rede drenagem do igarapé Caranã se estendem por todo lado esquerdo da bacia, resultantes na ocupação deste espaço pela malha urbana. As modificações da rede de drenagem do córrego Iracema acontecem principalmente fora da malha urbana, mas esta rede foi alterada com a finalidade de dissipar o fluxo torrencial gerado pela urbanização;

- Apesar de apresentar quase 60% de sua área impermeabilizada a descarga de base apresenta menor variação que bacias vizinhas rurais. Isso se deve provavelmente pela recarga do aquífero da bacia por sistemas de fossas sépticas, utilizadas para despejo do esgoto gerado na área urbanizada;

- No comparativo com uma bacia de estrutura física similar, o igarapé Caranã apresenta uma tendência de aumento da amplitude de descarga de base, afetado pela construção de drenagens nas áreas de lago que aceleram a saída da água da bacia. Contudo, durante o alto da estação chuvosa as drenagens artificiais apresentam baixa eficiência devido ao baixo gradiente dos canais nas antigas áreas paludais e pelo forte volume precipitados entre maio e julho, quando precipitam em média 1000 mm;

- Isto mostra a necessidade de tratar os efeitos da urbanização de diferentes bacias com critério, considerando as diferenças físicas regionais na avaliação dos impactos sobre os cursos fluviais assim como na criação de limites a ocupação urbana em setores de fundo de vale.

Referencias

BRAVARD, J. P.; PETTS, G. E. **Human impacts in fluvial hydroystems**. In: PETTS, G. E.; AMOROS, C. Fluvial hydrosystems. London: Chapman e Hall, 322 p. 1996.

BROOKES, A. **River channel change**. In: PETTS, G.; CALOW, P. River flows and channel forms. Blackwell Science Ltd., 262 p. 1996.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 206 p. 1989.

EVANGELISTA, R. A. O. ; SANDER, C.; WANKLER, F. L. **Estudo Preliminar da distribuição pluviométrica e do regime fluvial da bacia do rio Branco, estado de Roraima**. In: Paulo Rogério

- Freitas Silva; Rafael da Silva Oliveira. (Org.). Roraima 20 anos: as Geografias de um novo Estado. 1 ed. Boa vista: Editora da Universidade Federal de Roraima, v. 1, p. 142-167. 2008.
- GARDINER, V. **Channel networks: progress in the study of spatial and temporal variations of drainage density**. Changing River Channels. Wiley e Sons Ltd, p. 65 – 85. 1995.
- GREGORY, K J. **The Human Role in Changing River Channels**. Geomorphology, 79, p. 172 – 191. 2006.
- GURNELL, A. M.; DOWNWARD, S. R. **Channel planform change of the river dee meanders**. Regulated Rivers: Research & Management, 9, p. 187 – 204. 1994.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Geomorfologia do Estado de Roraima**. Rio de Janeiro, 1ª Ed, 2005a. 1 mapa. 89 X 79 cm, escala 1:1.000.000.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Geologia do Estado de Roraima**. Rio de Janeiro, 1ª Ed, 2005b. 1 mapa. 89 X 79 cm, escala 1:1.000.000.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2ª ed. Curitiba: Editora J. Olympio, 450 p. 1981.
- MAHESHWARI, B. L.; WALKER, K. F.; McMAHON, T. A. **Effects of regulation on the flow regime of the river Murria, Australia**. Regulated Rivers: Research & Management, 10, p. 15 – 38. 1995.
- MELFI, A. J. **Potassium-argon dates for core samples of basaltic rocks from Southern Brazil**. Geoch. Cosmoch. Acta, 31, p. 1079-1089. 1967.
- SANDER, C. **Variação Espaço-Temporal da Densidade de Drenagem e Mudanças Antrópicas na Cabeceira do Córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon (PR)**. Maringá, 2003. 162p. Mestrado (Mestrado em Geografia). Maringá. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá.
- STEIGER, J.; JAMES, M.; GAZELLE, F. **Channelization and consequences on floodplain sytem functioning on the Garonne river, SW France**. Regulated Rivers: Research & Management, 14, p. 13 – 23. 1998.
- VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. da. **Mudanças na morfologia dos canais urbanos: alto curso do rio Paquequer, Teresópolis – RJ (1997/98 – 2001)**. Revista Brasileira de Geomorfologia, 9, p.3-22, 2008.
- WANKLER, F.L. ; SANDER, C. ; EVANGELISTA, R.A. O. ; SANTOS, M. L. dos ; FERNANDEZ, O. V. Q. **Implicações da urbanização sobre a estrutura e funcionamento de bacias hidrográficas: uma avaliação sobre o igarape Caranã, Boa Vista, RR**. In: Rielva S. Campelo do Nascimento; Adriana Maria Coimbra Horbe; Carolina Michelin de Almeida. (Org.). **CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA DA AMAZÔNIA**. Belém (PA): , 2011, v. 7, p. 95-103.