

## VARIAÇÃO DA EXTENSÃO DO FLUXO EM CANAIS FLUVIAIS DE PRIMEIRA ORDEM, PORÇÃO SUPERIOR DA BACIA DO CÓRREGO GUAVIRÁ, MARECHAL CÂNDIDO RONDON, OESTE DO PARANÁ

*Carlos SANDER*

Universidade Federal de Roraima (UFRR) - Departamento de Geografia - Av. Cap. Enê Garcêz, 2413 - Boa Vista (RR) - 69304-000. E-mail:sander@dgr.ufrbr.br

*Manoel Luiz dos SANTOS*

Universidade Estadual de Maringá (UEM) - Departamento de Geografia - Av Colombo, 5790 - Maringá (PR) - 87020-900. E-mail: mlsantos@uem.br

*Oscar Vicente Quinonez FERNANDEZ*

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - Campus de Marechal C. Rondon - Colegiado de Geografia - Rua Pernambuco, 1777 - Marechal C. Rondon (PR) - 85960-000. E-mail: fernandez@unioeste.br

**RESUMO:** O trabalho trata sobre a variação da extensão do fluxo em canais fluviais de baixa ordem em áreas urbanas e rurais. A área de estudo compreende os córregos Cassel e Iracema, localizados no trecho superior do córrego Guavirá, município de Marechal Cândido Rondon (PR). O córrego Cassel drena áreas rurais e o Iracema áreas urbanas. O trabalho foi desenvolvido entre julho/2001 e junho/2002. Foram realizados levantamentos do uso do solo, demarcação da rede de drenagem, monitoramento da posição das nascentes, medição da vazão e monitoramento pluviométrico. A rede de drenagem foi classificada em segmentos perenes, intermitentes e efêmeros. Mais de 70% da rede de drenagem das duas bacias são constituídos por trechos perenes. A extensão do fluxo da rede de drenagem do córrego Cassel variou entre 1,70 e 2,09 km, enquanto que a do córrego Iracema variou entre 2,53 e 3,29 km. A variação da extensão do fluxo esteve associada aos índices pluviométricos e as magnitudes das vazões. Nos períodos de estiagem, as bacias apresentaram os menores valores de vazão e de extensão dos fluxos, enquanto que no período chuvoso foram registradas as maiores vazões e a maior extensão dos fluxos para as bacias. Palavras chave: variação da extensão do fluxo; canais de primeira ordem; região oeste do Paraná.

**ABSTRACT:** The work treats about the variation of the extension of the flow in fluvial channels of low order in urban and rural areas. The study area understands the streams Cassel and Iracema, located in the superior reach of the stream Guavirá, municipal district of Marechal Cândido Rondon, western region of the Parana State, Brazil. The Cassel stream drains rural and Iracema urban areas. The work was developed between July 2001 and June 2002. Were done surveys of the use of the soil, mapping of drainage net, monitoring of the position of the head streams, measurements of the discharges and rains. The drainage net was classified in perennial, intermittent and ephemeral segments. More than 70% of the drainage of the two basins are constituted by perennial reaches. The extension of the flow of the net of drainage

of the stream Cassel varied between 1,70 and 2,09 km, while the one of the stream Iracema varied between 2,53 and 3,29 km. The variation of the extension of the flow was associated to the indexes of rains and the magnitudes of the flows. In the periods of droughts the basins presented the smallest values of discharges and of extension of the flows, while in the rainy period the largest flows and the largest extension of the flows were registered for the basins.

Key words: head stream variations, low order streams, western Paraná State.

## INTRODUÇÃO

A oscilação da extensão da rede de drenagem é fato reconhecido na geomorfologia. Esse fenômeno é muitas vezes vinculado somente a cursos fluviais localizados em regiões áridas e semi-áridas. Em regiões úmidas, os canais fluviais de baixa ordem sofrem oscilações na extensão de seus fluxos, que são resultantes de um equilíbrio determinado pela entrada e saída de água e sedimentos no sistema (FARIA, 1994).

Estudos sobre a variação da extensão de cursos fluviais são designados pela literatura científica como o estudo da variação da densidade de drenagem. Em função de parte dos fluxos identificados percorrerem circuitos fora de calhas fluviais foi adotado para este estudo o termo de extensão de fluxos.

O caráter dinâmico dos cursos fluviais passou a ser enfatizado a partir dos trabalhos desenvolvidos por Horton (1945), que pesquisou a dinâmica e funcionamento de canais de primeira ordem e definiu os limites dos canais intermitentes e perenes de acordo com a oscilação do lençol freático. A década de 1950 foi marcada por um expressivo avanço de trabalhos tratando os aspectos morfométricos das bacias hidrográficas (STRAHLER, 1952; 1954; 1957; e 1958; SMITH, 1950; 1958; MILLER, 1953; SCHUMM, 1956). Por outro lado, a meados da década de 1970 que foram desenvolvidos estudos sobre a evolução e a variação da rede de drenagem (BLYTH & RODDA, 1973; DAY, 1978; ABRAHAMS, 1984; MONTGOMERY & DIETRICH, 1988, 1989; DIETRICH & DUNNE, 1993; GARDINER, 1985; entre outros).

Parte desses trabalhos têm buscado compreender a evolução dos cursos d'água nas regiões de cabeceira de drenagem e na determinação da iniciação dos canais (ABRAHAMS, 1984; MONTGOMERY e DIETRICH, 1988, 1989). Outros trabalhos têm enfatizado pesquisas que dão ênfase a oscilação da extensão da rede de drenagem, tendo um maior desenvolvimento desses trabalhos após a publicação de Gregory e Walling (1968, *apud* FARIA, 1997). Esses autores verificaram grandes variações na extensão do fluxo, tanto no verão como no inverno. Blyth e Rodda (1973) publicam os resultados do acompanhamento da variação do comprimento de canais na bacia hidrográfica do rio Ray, no Sudeste da Inglaterra, onde constataram variações na densidade de drenagem semana a semana e verificaram alterações para os cursos fluviais de primeira, segunda e terceira ordem, sendo as maiores variações observadas para os canais de

primeira ordem. Em outro estudo, também realizado na Inglaterra, Day (1978) observou o comportamento da rede de drenagem durante a ocorrência de chuvas, e notou uma diferente variedade de resposta da rede para um volume similar de chuvas. Posteriormente, Gardiner (1985) discute a evolução do estudo da dinâmica da densidade de drenagem e afirma que o progresso do estudo da variação espacial da densidade de drenagem pode ser examinado conforme diferentes escalas de abrangência (local, regional, nacional, e global) e em diferentes dimensões temporais.

No Brasil, o desenvolvimento de estudos específicos sobre a variação da extensão de fluxo ganhou destaque na década de 1990, através dos trabalhos realizados por Faria (1994, 1996a,b, 1997 e 1998) nos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. O autor tem se dedicado a estudos em canais de primeira e segunda ordem, onde retratou a degradação da rede de drenagem em consequência de alterações ambientais em pequenas bacias hidrográficas, sendo essas mais suscetíveis à erosão devido ao seu maior gradiente e, por consequência, mais sensíveis às alterações ambientais.

Na região oeste do Paraná, Fernandez *et al* (1998, 1999), observaram a migração de nascentes num curso fluvial de primeira ordem durante períodos secos e úmidos e, verificaram variações na extensão do fluxo que alcançaram dezenas de metros.

## OBJETIVO E ÁREA DE ESTUDO

O objetivo do presente trabalho é documentar e discutir a dinâmica da extensão de fluxo em duas sub-bacias de primeira ordem (córregos Cassel e Iracema) localizadas no trecho superior da bacia do córrego Guavirá, no município de Marechal Cândido Rondon, região oeste do Paraná (Figura 1). O presente trabalho constitui um compendio da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentado na Universidade Estadual de Maringá, sob a orientação dos outros autores do trabalho.

A bacia do córrego Cassel está localizada na margem esquerda do córrego Guavirá, com uma área de 0,79 km<sup>2</sup>, drenando áreas essencialmente rurais (Figura 1). No final da década de 1950 e durante a década de 1960, as áreas de mata da sub-bacia foram substituídas (com exceção de alguns pequenos trechos) por áreas de cultivo e, no trecho superior do córrego, por áreas de pastagens. A bacia do córrego Iracema, por sua vez, está localizada na margem direita do córrego Guavirá, sendo ocupada quase em sua totalidade pelo setor urbano de Marechal Cândido Rondon e drena uma área de 0,99 km<sup>2</sup> (Figura 1). A bacia passou a ser ocupada a partir da década de 1950 com a expansão da cidade. Ambas bacias, nas áreas de cabeceira, têm sofrido grandes modificações através da drenagem de trechos pantanosos, da retificação e ampliação da capacidade dos canais e da construção de açudes.

A 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), que forma camadas entre 30 e 40 m de espessura que se compõem em três partes principais: base, central e topo (MINEROPAR, 2001). A base constitui a zona vítrea e vesicular, que se altera facilmente. A parte central é a mais espessa e é formada por basalto maciço, porém recortada por numerosas fraturas verticais e horizontais que funcionam como canais alimentadores de aquíferos subterrâneos. O topo dos derrames geralmente apresenta os chamados “olhos de sapo”. Os solos que compõem as sub-bacias são: latossolo vermelho férrico, nitossolo vermelho e neossolo litólico (MORESCO e CUNHA, 2003). A velocidade de alteração do substrato rochoso na região é de 0,05 a 0,07 mm/ano (PARANÁ, 1998). O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, mesotérmico, com verões quentes, geadas menos freqüentes e concentração de chuvas nos meses de verão (IAPAR, 1994). A média de precipitação é de 1700 mm, sendo outubro o mês mais chuvoso e julho o mais seco. A temperatura média anual é de 21°C (PARANÁ, 1998).

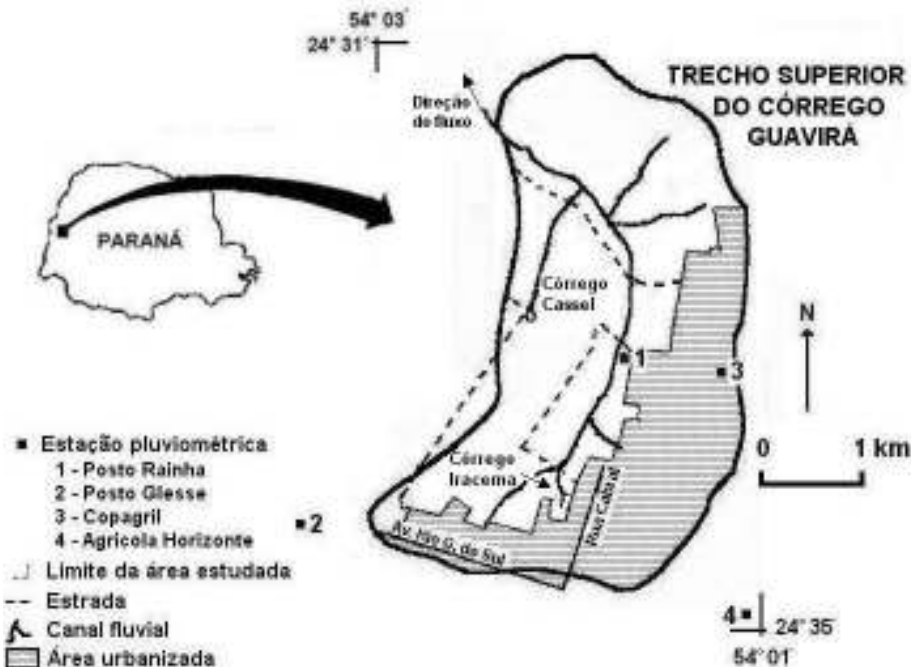


Figura 1: Localização do trecho superior do córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon, PR.

## METODOLOGIA

O uso do solo das sub-bacias foram mapeados através da interpretação de fotografias aéreas (Escala 1: 25.000). A rede de canais nas bacias foi levantada com a técnica de nivelamento geométrico, utilizando um clinômetro (nível Abney) no mapeamento da declividade do canal nos trechos médio e inferior dos córregos, e um nível de luneta para o levantamento das áreas de nascentes. Ambos levantamentos foram baseados em marcos referenciais cotados, instalados em pontos estratégicos das sub-bacias. A expansão e retração da linha de fluxo nos córregos Iracema e Cassel foram monitoradas durante um período de 12 meses (julho/2001 a junho/2002). As posições das nascentes fixas e móveis foram demarcadas através da instalação de estacas devidamente rotuladas. O mapeamento da posição das nascentes foi executado periodicamente com o auxílio de um nível de luneta. A vazão das sub-bacias foi medida junto à foz dos córregos, utilizando o método químico, descrito por Hindi *et al* (1998) e adaptado às condições dos canais por Sander (2003). A pluviosidade para o período de levantamento da posição das nascentes foi obtida de quatro estações pluviométricas (Figura 1). Dados pluviométricos foram utilizados na confecção do balanço hídrico (THORNTHWAITE e MATHER, 1955) para o período de monitoramento das sub-bacias, considerando a Capacidade de Água Disponível (CAD) de 100 mm. As temperaturas médias mensais e anuais foram obtidas junto a Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da elaboração do mapa do uso do solo pode-se observar que as duas sub-bacias são bastante distintas quanto à sua ocupação. A bacia do córrego Cassel (Figura 2A) é, em sua maior parte, ocupada por áreas de cultivo caracterizadas principalmente pelo plantio da soja nos meses de verão e trigo nos meses de inverno, tendo uma pequena parcela ocupada por outras culturas (milho e mandioca). Outro uso de solo observado nessa é o de áreas com matas secundárias, reduzidas a pequenas reservas legais e, em menor quantia compondo faixas estreitas marginais ao córrego. As áreas próximas à foz do canal e em seu trecho superior (áreas de cabeceira do canal) são ainda compostas por pastagens. A bacia do córrego Iracema (Figura 2B), é eminentemente urbana, sendo quase toda a totalidade de sua área ocupada pelo sítio urbano de Marechal Cândido Rondon. Outros usos de solo identificados nessa bacia restringem-se a áreas de pastagens, ocupando setores de fundo de vale e a presença de mata secundária compondo a vegetação ciliar nos trechos médio e inferior do

córrego. A porcentagem de área ocupada pelos diferentes usos de solo nas sub-bacias do córrego Cassel e Iracema é apresentada na Tabela 1.

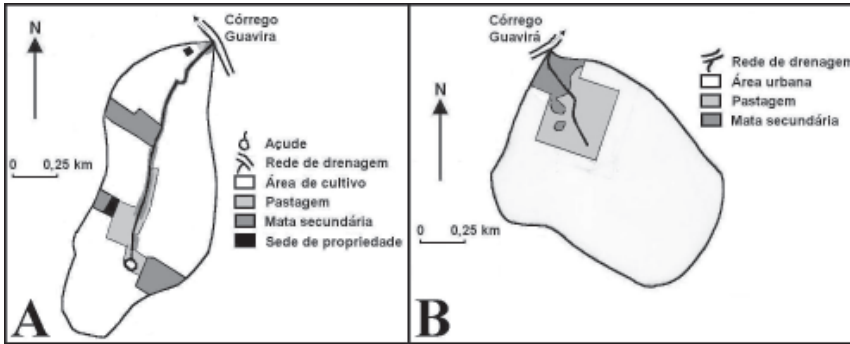


Figura 2: Usos do solo nas sub-bacias do córrego Cassel (A) e Iracema (B) (Modificado de Sander, 2003).

Tabela 1 – Área ocupada pelos diferentes usos de solo nas sub-bacias do córrego Cassel e Iracema (Sander, 2003).

Sub-bacia	Área urbana (%)	Área de cultivo (%)	Pastagem (%)	Mata secundária (%)	Outros (%)
<b>Córrego Cassel</b>	-	92,89	2,79	3,68	0,64
<b>Córrego Iracema</b>	96,65	-	2,47	0,88	-

A estruturação da rede de canais de drenagem das bacias em suas áreas de nascentes é apresentada na Figura 3. Durante o período de observação (julho de 2001 a junho de 2002), foram determinados os segmentos perenes, intermitentes e efêmeros. Os segmentos intermitentes representam canais ou fluxos alimentados por nascentes fixas e não sofrem alterações em sua extensão. Os segmentos intermitentes são canais ou fluxos que secam durante determinado período do ano e são alimentados por nascentes móveis (acompanhando a oscilação do lençol freático), ao passo que os segmentos efêmeros apresentam fluxo durante ou após a ocorrência de chuvas, sendo alimentados somente pelo escoamento superficial. A extensão total de cada um desses segmentos de canais depende diretamente das condições ambientais da bacia hidrográfica considerada. Dentre os fatores mais importantes na determinação dos tipos de canais, destacam-se o clima (na quantidade de água e sua concentração), a forma da bacia, o substrato rochoso, o uso do solo na bacia (na alteração das taxas de infiltração e de escoamento superficial, na erosão de encostas e no soterramento de áreas de nascentes) e intervenções antrópicas diretas na rede de drenagem (SANDER, 2003).

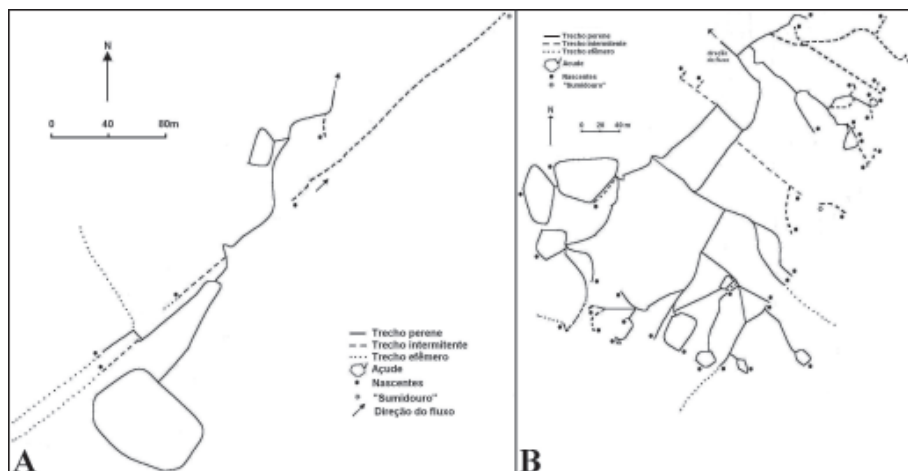


Figura 3: Configuração da rede de canais nas sub-bacias do córrego Cassel (A) e Iracema (B) (Modificada de Sander, 2003).

As redes de canais das bacias dos córregos Cassel e Iracema têm sido drasticamente alteradas devido a mudanças no uso do solo e mesmo por intervenções executadas junto à rede de drenagem. Em função disso, os canais perenes, intermitentes e efêmeros tem tomado novas formas em conformidade com o nível de degradação das bacias e das redes de drenagem.

A extensão total da rede de drenagem e dos tipos de fluxos nas bacias dos córregos Cassel e Iracema são apresentados na tabela 2, onde se verifica que mais de 70 % da rede de drenagem de ambas bacias são constituídos por fluxos perenes (Tabela 2). Em ambas bacias, os fluxos intermitentes apresentaram suas extensões máximas ao final de janeiro e no mês de maio de 2002, associados à ocorrência de fortes eventos pluviométricos. Em contrapartida, esses fluxos tiveram suas distâncias reduzidas à medida que adentravam em períodos de estiagem (julho a outubro de 2001 e março a abril de 2002). Assim, a posição das nascentes tem variado ao longo dos trechos intermitentes, de acordo com as oscilações dos níveis pluviométricos. Os trechos de canais efêmeros, por sua vez, representam a menor parcela da rede de drenagem nas duas bacias (Tabela 2). Na bacia do córrego Cassel, que possui forma estreita e alongada, a ocorrência de fluxos efêmeros tem permitido a utilização como estradas vicinais. Porém, na bacia do córrego Iracema, a extensão dos fluxos efêmeros tem sido afetada diretamente pela urbanização nas áreas de cabeceiras. A instalação de sistemas de esgotos pluviais e o aterramento têm reduzido o comprimento e restringido a localização destes canais às áreas de fundo de vale.

Tabela 2 – Extensão total dos tipos de canais das sub-bacias dos córregos Cassel e Iracema (Sander, 2003).

Córregos	Trecho perene (m)		Trecho intermitente (m)		Trecho efêmero (m)		Extensão total da rede de drenagem (m)
	Extensão	%	Extensão	%	Extensão	%	
<b>Cassel</b>	1.700	72,79	391	16,73	245	10,50	2.335
<b>Iracema</b>	2.533	73,41	760	22,02	158	4,57	3.450

A oscilação da extensão total do fluxo das sub-bacias durante o período de monitoramento é apresentada na Tabela 3. As menores extensões de fluxo nos córregos Cassel e Iracema ocorreram durante o período de julho a outubro de 2001, quando o menor comprimento dos fluxos no córrego Cassel foi de 1700 m (setembro e outubro/2001) e de 2.533 m no córrego Iracema (setembro/2001). A extensão máxima nos dois canais, por sua vez, foi em maio de 2002, tendo o córrego Cassel atingido um comprimento total de 2.090 m e o córrego Iracema 3.293 m. O incremento em relação à extensão mínima dos fluxos no córrego Cassel foi de 390 m e no córrego Iracema foi de 760 m.

Tabela 3 – Variação da extensão total dos fluxos nos córregos Cassel e Iracema (adaptada de Sander, 2003).

Data	Córrego Cassel		Córrego Iracema	
	Extensão total do fluxo (m)	Vazão (l/s)	Extensão total do fluxo (m)	Vazão (l/s)
<b>07/julho/2001</b>	1.704	7,0	2.604	15,95
<b>07/setembro/2001</b>	1.700	3,2	2.533	11,65
<b>22/outubro/2001</b>	1.700	7,1	2.604	17,8
<b>30/novembro/2001</b>	1.735	12,45	2.951	23,60
<b>13/dezembro/2001</b>	1.735	9,55	2.951	20,40
<b>16/janeiro/2002</b>	1.742	5,3	3.003	18,8
<b>26/janeiro/2002</b>	1.743	-	3.175	-
<b>29/janeiro/2002</b>	1.746	4,9	3.232	26,9
<b>27/abril/2002</b>	1.723	1,95	2.878	18,05
<b>22/maio/2002</b>	2.090	41,2	3.293	46,1
<b>Extensão média (m)</b>	1.762		2.922	
<b>Incremento total (m)</b>	390		760	

As variações da extensão dos fluxos dos córregos Cassel e Iracema têm acompanhado a ocorrência de chuvas, determinando períodos de expansão do comprimento do fluxo nos períodos chuvosos e de retração, nos períodos de estiagem. A descarga dos canais também tem apresentado conformidade em relação ao aumento e diminuição da



pluviosidade para os mesmos períodos, assim apresentando maiores volumes de vazão para períodos chuvosos e de baixa vazão para períodos secos (Tabela 3).

Durante os períodos chuvosos, as nascentes migram a montante ao longo da calha fluvial acompanhando a elevação do nível do lençol freático, ativando os canais intermitentes e as nascentes móveis, promovendo vazões máximas nos canais. Os córregos Cassel e Iracema, no mês de maio de 2002 (o mês mais úmido do período de monitoramento) apresentaram fluxos intermitentes fora das calhas fluviais. Antigos moradores relatam que esses cursos d'água, há alguns anos, fluíam ao longo de calhas fluviais e passaram a ter seus fluxos capturados por canais artificiais, reaparecendo durante períodos de elevada pluviosidade. Alguns desses fluxos alcançam a rede de drenagem e outros, sem conseguir isto, se infiltram por completo no solo. Em períodos secos, as nascentes migram a jusante ao longo da calha fluvial acompanhando o rebaixamento do nível do lençol freático, sendo os fluxos dos canais sustentados por nascentes fixas (julho a outubro/2001), quando os canais apresentam as vazões mais baixas.

A confecção do balanço hídrico mostrou que menores extensões dos fluxos nas bacias dos córregos Cassel e Iracema (julho a outubro/2001) estão associadas a um período de deficiência hídrica e de retirada de água do solo. Durante o mês de maio de 2002, o período mais úmido da série levantada (julho/2001 a junho/2002), foi registrada a maior extensão dos fluxos e o maior excedente hídrico do período (279,5 mm) nas duas bacias. O balanço hídrico também apontou uma forte queda de umidade do solo para o período de fevereiro a abril/2002, sendo registradas as maiores deficiências hídricas (38,7 mm no mês de março), vinculadas às altas temperaturas e a baixa pluviosidade (35,1 mm em março) do período. Contudo, a extensão do fluxo nos córregos nesse período foi maior (córrego Cassel: 1.723 m e córrego Iracema: 2.878 m) do que no período entre julho e outubro de 2001 (córrego Cassel: 1700 m. córrego Iracema: 2.573 m), quando os índices pluviométricos e de umidade do solo foram superiores. As maiores extensões para o período de março a abril de 2002 em relação a julho a outubro de 2001 foram sustentadas pelos maiores níveis de água nos reservatórios subterrâneos, re-alimentados durante os períodos de excedentes hídricos registrados nos meses de novembro de 2001 e janeiro de 2002.

O comportamento da vazão dos córregos Cassel e Iracema é, em grande parte, resultante das disparidades morfológicas (topografia, declividade das vertentes, forma da bacia, espessura dos solos, etc.) entre as duas sub-bacias. A sub-bacia do córrego Iracema possui uma forma arredondada (Figura 3B), o solo é composto por latossolo vermelho férrico e nitossolo vermelho e possui vertentes longas com declividade acentuada no terço inferior, fornecendo uma condição propícia ao

armazenamento de água no solo e no substrato rochoso. Este fato permite a manutenção do fluxo de base durante períodos secos, refletindo na extensão total dos fluxos. A bacia do córrego Cassel apresenta uma forma alongada (Figura 2A) com solos poucos desenvolvidos (neossolos litólicos) e vertentes curtas. Por conta disso, a armazenagem de água no solo e no substrato rochoso da bacia do córrego é bem inferior a da bacia do córrego Iracema, determinando um tempo de permanência menor d'água no sistema e, em conseqüência, uma maior variação da extensão do fluxo.

A bacia do córrego Iracema tem sido amplamente afetada pelo processo crescente de urbanização. A impermeabilização da bacia tem chegado a níveis elevados (57%), determinando um comprometimento do fluxo de água responsável pela alimentação dos reservatórios subterrâneos. Além disso, o aumento da densidade de drenagem nas áreas de nascentes do córrego e a instalação de condutos de esgoto pluvial na área urbanizada determinaram uma maior eficiência no escoamento da água para fora do sistema. Güths (1999) admite que a recarga dos reservatórios subterrâneos seja realizada pelas águas servidas depositadas pela população em fossas negras. Uma parte dos antigos poços utilizados para o abastecimento de água, principalmente ao longo das décadas de 1950–1970, foram transformados em fossas negras. Visto que as fossas não possui sistema de vedação, a água depositada junto a esses reservatórios infiltra-se para camadas inferiores, recompondo os lençóis de água subterrânea que contribuem com a vazão dos canais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação das bacias dos córregos Cassel e Iracema tem influenciado drasticamente na configuração da rede de drenagem e nas condições de fluxos. A alteração do uso do solo das duas bacias tem determinado o aumento do escoamento superficial, erosão das encostas e entulhamento das áreas de nascentes e, diminuição da permeabilidade dos solos. Nos cursos fluviais, a alteração do uso do solo nas bacias determinou o aterramento das nascentes com materiais provenientes das áreas de encostas, fato que determinou a diminuição da descarga e da extensão de trechos de canais.

A variação da extensão dos fluxos nas duas bacias tem sido afetada também pela intervenção direta à rede de drenagem, onde sua densidade tem sido ampliada através da construção de canais artificiais (drenagem de áreas pantanosas), da retificação de trechos e da ampliação da seção transversal de canais. A construção, ampliação e retificação de canais tem determinado uma saída rápida da água do sistema facilitando o deslocamento do fluxo para trechos ulteriores do canal.

O monitoramento da posição das nascentes mostrou interdependência entre a extensão total de fluxos, descarga e a pluviosidade. Neste sentido, a maior extensão nas bacias dos córregos Cassel e Iracema está associada a altas descargas em períodos chuvosos, como o registrado no mês de maio de 2002. O inverso acontece durante os períodos secos quando a rede sofreu retração, com a migração das nascentes para setores a jusante, acompanhados pelo decréscimo na descarga dos canais.

As observações apontaram a possibilidade da influência da urbanização sobre a extensão da rede de drenagem. Isto foi verificado na bacia do córrego Iracema, que teve grande parte de sua área impermeabilizada pela expansão da sede urbana de Marechal Cândido Rondon. A descarga e a extensão total dos fluxos nessa bacia se mantiveram relativamente estáveis entre os meses fevereiro a abril de 2002, durante o período mais seco da série monitorada. A construção de fossas negras ou a transformação de antigos poços de água em fossas tem provavelmente garantido o suprimento de água para os reservatórios subterrâneos e assim, garantir a manutenção da vazão e da extensão do fluxo no córrego Iracema durante períodos secos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHMS, A. D. Channel networks: a geomorphological perspective. *Water Resources Research*, 20 (2): 161 – 168. 1984.
- BLYTH, K. & RODDA, J. C. A stream length study. *Water Resources Research*, 9 (5): 1454 – 1461. 1973.
- DAY, D. G. Drainage density change during rainfall. *Earth Surface Processes*, 3: 319 – 326. 1978.
- DIETRICH, W. E. & DUNNE, T. A channel head. In: *Channel network hydrology*. BEVEN, K. & KIRKBY, M. J. (Eds.) John Wiley & Sons Ltd., p. 175 – 219. 1993.
- FARIA, A. P. As conseqüências da erosão em microbacias sobre os canais efêmeros, intermitentes e perenes. *Cadernos de Geociências*, 11, p. 67 – 83. 1994.
- FARIA, A. P. A dinâmica e fragilidade das bacias fluviais de primeira ordem. Rio de Janeiro. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 218 p. 1996a.
- FARIA, A. P. Oscilação na extensão da rede de drenagem em fases de desmatamento e reflorestamento. I Simpósio Nacional de Geomorfologia. *Anais... Sociedade e Natureza*. Uberlândia, 15, p. 51 – 55. 1996b.
- FARIA, A. P. A dinâmica de nascentes e a influência sobre os fluxos nos canais. *Água em Revista*. CRPM, 8, p. 74 – 80. 1997.

FARIA, A. P. Eficiência hidrológica em sub-bacias. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, p. 415 – 420. 1998.

FERNANDEZ, O. V. Q.; SPONCHIADO, C.; GAUER, M.; SORATTO, A. A.; BECK, A. C.; SANDER, C. & REBELATTO, G. E. Levantamento preliminar das características físicas e ambientais de canais de primeira ordem: bacia do córrego curvado, Mal. C. Rondon, PR. Anais... II Simpósio Nacional de Geomorfologia, Geosul, Florianópolis, 14, 27, p. 622 – 625. 1998.

FERNANDEZ, O. V. Q.; SPONCHIADO, C.; GAUER, M.; SORATTO, A. A.; BECK, A. C.; SANDER, C. & REBELATTO, G. E. Estrutura da rede de drenagem numa bacia de primeira ordem na região Oeste do Estado do Paraná. Anais... VIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1, p. 165 – 167. 1999.

FERNANDEZ, O. V. Q.; SANDER, C. & REBELATTO, G. E. Análise quantitativa de seções transversais em canais fluviais. Revista Brasileira de Geomorfologia, 2, nº 1, 85 – 92. 2001a.

FERNANDEZ, O. V. Q.; SANDER, C.; REBELATTO, G. E. Granulometria e forma de sedimentos rudáceos na bacia do córrego Guavirá, Mal. C. Rondon, PR. Anais... 1ª Jornada Científica da Unioeste, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, CD-ROM. 2001b.

GARDINER, V. Channel networks: progress in the study of spatial and temporal variations of drainage density. In: Changing River Channels. Wiley & Sons Ltd, p. 65 – 85. 1985.

GÜTHS, L.D. Do mapeamento geo-ambiental o planejamento urbano de Marechal Cândido Rondon PR). Estudo de caso (1950-1997). Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Geografia, 169 p. 1999.

HINDI, E. C.; ROSA FILHO, E. F. da; BITTEENCOURT, A. V. L. & GIUSTI, D. A. Determinação de descarga de rios por diluição de cloreto de sódio (método de integração). Boletim Paranaense de Geociências, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, n. 46, p. 151-161. 1998.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. Amer. Bulletin, 56, 3, p. 275 – 370. 1945.

IAPAR - Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná. 1994.

MELFI, A. J. Potassium-argon dates for core samples of basaltic rocks from Southern Brazil. Geoch. Cosmoch. Acta, 31, p. 1079-1089. 1967.

MILLER, V. C. A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain area. New York, Columbia University, Dept. of Geology, Tec. Report, 3, 30 p, 1953.

- MINEROPAR – Minerais do Paraná S. A. Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e do Turismo. Projeto riquezas minerais: Avaliação do potencial mineral e consultoria técnica no município de Marechal Cândido Rondon. Relatório final. Curitiba, 2001.
- MONTGOMERY, D.R. & DIETRICH, W.E. Where do channels begin?. *Nature – International Weekly Journal of Science*, 336, 6196, p. 232-234. 1988.
- MONTGOMERY, D.R. & DIETRICH, W. E. Source areas, drainage density, and channel initiation. *Water Resource Research*, v.25, n.8, p. 1907-1918. 1989.
- MORESCO, M.D. & CUNHA, J.E. Solo e relevo: as implicações dessa relação nos processos erosivos. *Anais...II Jornada Científica da Unioeste, Campus de Toledo*, 2003.
- PARANÁ. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná. Curitiba, p. 32. 1998.
- SANDER, C. Variação espaço temporal da densidade de drenagem e mudanças antrópicas na cabeceira do córrego Guavirá. *Dissertação de mestrado, UEM*, 161 p. 2003
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. *Geol. Soc. Amer. Bulletin*, 67, 597 - 646. 1956.
- SMITH, K. G. Standard for grading texture of erosional topography. *Amer. Journal of Science*, 248, p. 655 – 668. 1950.
- SMITH, K. G. Erosional process and landforms in Badlands National Monument South Dakota. *Geol. Soc. Amer. Bulletin*, 69, p. 975 – 1008. 1958.
- STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geol. Soc. Amer. Bulletin*, 63, p.1117 – 1142. 1952.
- STRAHLER, A. N. Quantitative geomorphology of erosional landscapes. *C. R. XIX Int. Cong. Geol., fasc. XV*, p. 341 – 354. 1954.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed Geomorphology. *Trans. Amer. Geophys. Union*, 38, p. 913 – 920. 1957.
- STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms. *Geol. Soc. Amer. Bulletin*, 69, p.279 – 300. 1958.
- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. The water balance. *Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104 p. 1955.