

OS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NA DINÂMICA DOS CANAIS FLUVIAIS DE CÁCERES-MT¹

Dione Peres Aguiar²
Antonio Rosestolato Filho³

RESUMO

Este estudo tem por objetivo avaliar os efeitos negativos causados pelas pontes e canalizações implantadas ao longo de quatro pequenos cursos de drenagem de águas pluviais urbanas. Os dados de campo foram mensurados e quantificados nos parâmetros largura, profundidade média e velocidade do fluxo, com avaliação pelo método espaço-temporal de seções transversais, para detectar alterações nos canais. O trabalho de campo realizado em duas etapas consecutivas, uma no período da estação seca (abril a outubro), e outra no período chuvoso (novembro a março), comparando mudanças entre os dois períodos distintos. Portanto, as informações reunidas a respeito da geomorfologia dos canais fluviais podem contribuir para minimizar os impactos nocivos das enchentes urbanas prejudiciais às populações que se encontram no entorno desses canais.

Palavras Chaves: Geomorfologia; Canais fluviais; Enchentes urbanas; Seções transversais; Capacidade do canal.

ABSTRACT

This study has about objective avalue negative effects induce by bridges and canalizations implanted at long of forty small channels streams of to drains urbans. The dates de field went measure and quantifytings in the parameters larger, depth ratios and velocity of flux, with evaluation by space-time method of cross-sections, for detect alterations in the channels. The work of field was accomplish in twos stages successives, first in period of station drying (April to October), and second in the period rainy (November to March), comparing changes among the two periods distincts. Therefore, the reuniting informations at respect geomorfogy of channels fluviais, can contribute for minish noxious impacts floods urbans at the populations the himself meet in enthrone from that channels.

Keywords: Geomorfology; Fluvial streams; Urban floods; Cross-sections; Channel capacity.

INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa procurar-se-á dar ênfase nos impactos de obras de engenharia em quatros microbacias de drenagem de águas pluviais e fluviais urbanas na cidade de Cáceres, situada na região sudoeste do Estado de Mato Grosso.

Os processos acelerados da urbanização na cidade de Cáceres têm sido os principais fatores degradação da paisagem, desencadeando inúmeros problemas relacionados aos picos de enchentes, poluição hídrica, contaminação dos recursos hídricos e assoreamento dos pequenos canais fluviais das respectivas microbacias do córrego do Sangradouro (ou Lavapés), córrego dos fontes, córrego do Renato e córrego José Bastos (ou córrego do Junco). É notório que vários problemas associados a urbanização têm colocado em risco a qualidade de vida da comunidade que vive no entorno desses cursos fluviais, como o aumento de enchentes, despejo de esgotos doméstico sem tratamento e lixo.

¹ Trabalho de conclusão de curso no período de 2005 – Departamento de geografia – UNEMAT.

² Licenciado em Geografia – Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres-MT.

³ Professor do Departamento de Geografia, campus Cáceres - (UNEMAT), Cáceres-MT.

Os impactos correlacionados as obras de engenharias são identificados neste estudo a partir dois aspectos: os pontos estrangulados causados por diversas obras de engenharia, como pontes de concretos, canalizações artificiais, tubulações e retificações implantadas ao longo dos canais e o uso inadequado do solo urbano. Vários estudos mostram que tanto os pontos estrangulados por obras de engenharias quanto o uso irracional do solo urbano estão associados às alterações da dinâmica do sistema fluvial.

As contribuições teóricas sobre o impacto da urbanização no sistema fluvial apontam o uso irracional do solo urbano e a implantação de obras de engenharias como os principais responsáveis pela redução da capacidade dos canais em realizar o escoamento das águas pluviais. Nesse sentido, a intensificação de enchentes no meio urbano está diretamente associada aos impactos negativos no sistema fluvial dos canais.

Para analisar se as obras de engenharia implantadas nos canais fluviais urbanos da cidade de Cáceres estão contribuindo para intensificar o efeito das enchentes foi realizada pesquisa de campo *in loco* nos canais fluviais para mensurar e levantar dados dos parâmetros geométricos dos canais visando determinar a capacidade do canal. A partir dos dados coletados sobre a geometria do canal como profundidade, largura e velocidade média do fluxo pode-se avaliar os pontos mais críticos de estrangulamento e a correlação com a intensificação de enchentes.

O presente estudo baseando-se em vários estudos técnico-científicos sobre as enchentes em centros urbanos propõe a hipótese que as obras de engenharia são as principais causas da intensificação das enchentes no meio urbano da cidade de Cáceres.

1. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos para a identificação e avaliação dos impactos das obras de engenharia nos quatro canais fluviais urbanos da cidade de Cáceres ocorreu entre outubro de 2004 (período seco) a fevereiro de 2005 (período chuvoso). Nessa etapa, foram efetuadas mensurações em todos os pontos estrangulados por algum tipo de obra de engenharia, como as pontes de concreto, canalizações artificiais e pontes em tubos de concreto distribuídas ao longo dos canais fluviais urbanos de Cáceres, afetados em menor e maior intensidade pela urbanização.

Para Cunha (2003), as modificações realizadas em canais fluviais pelas várias atividades humanas visando controlar as vazões de enchentes têm acarretado uma série de alterações nas seções transversais e no perfil longitudinal do canal, sem levar em conta a própria dinâmica fluvial do sistema. Deste modo, as ocorrências desses problemas, em sua maioria, são mais visíveis em canais fluviais urbanizados, cuja implantação de obras de engenharia para os mais diversos fins têm sido responsável pelas mudanças na dinâmica fluvial e no desenvolvimento da degradação ambiental.

A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada na técnica de mensuração de variáveis morfométricas dos canais fluviais como a largura do canal, a profundidade média e velocidade do fluxo de água. Para análise qualitativa dessas variáveis morfométricas adotou-se o método de interpolação espaço-temporal proposto por Cunha (2003) que analisa a redução capacidade do canal nos diversos pontos estrangulados por obras de engenharia e as mudanças na dinâmica fluvial.

Para coleta dos dados foram traçadas 46 seções transversais entre o período de estação seca e estação chuvosa. Após a coleta, os dados mensurados e tabelados foram comparados para identificar mudanças nos perfis dos canais entre dois períodos distintos de regime pluviométrico: um seco e outro chuvoso.

No período que se estendeu na estação de seca (maio a outubro) foram mensuradas 10 seções transversais obtendo-se os parâmetros morfométricos do canal como largura, profundidade média, raio hidráulico, capacidade do canal. A coleta desses dados foi realizada

a partir da utilização de corda e fita métrica para obter a medida da largura e profundidade do canal. Para a determinação da velocidade média do fluxo e vazão do canal foi utilizada uma bola pequena que é arremessada na água cujo tempo percorrido por ela é marcado com o cronômetro.

Para avaliar se houve mudanças nos canais fluviais provocadas por obras de engenharia foram levantadas mais 36 seções transversais durante o período da estação chuvosa (novembro a abril), e esses foram comparados com as variáveis quantitativas levantadas no período de estação seca.

Assim, com a avaliação do método interpolação espaço-temporal dos parâmetros morfométricos das seções transversais entre dois períodos distintos de regime pluviométrico foi possível detectar alterações na capacidade do canal e na eficiência do fluxo.

2. ÁREA DE ESTUDO: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-AMBIENTAIS

2.1. CLIMA

A cidade de Cáceres localizada na microrregião do Alto Paraguai, à sudoeste do Estado de Mato Grosso, Brasil (Figura 01), conforme AYOADE (2001), apresenta uma região climática do tipo tropical quente semi-úmido, com período seco atingindo uma temperatura média máxima de 18° C durante a estação inverno, e outro período chuvoso, com temperatura média superior de 22° C, durante a estação de verão.

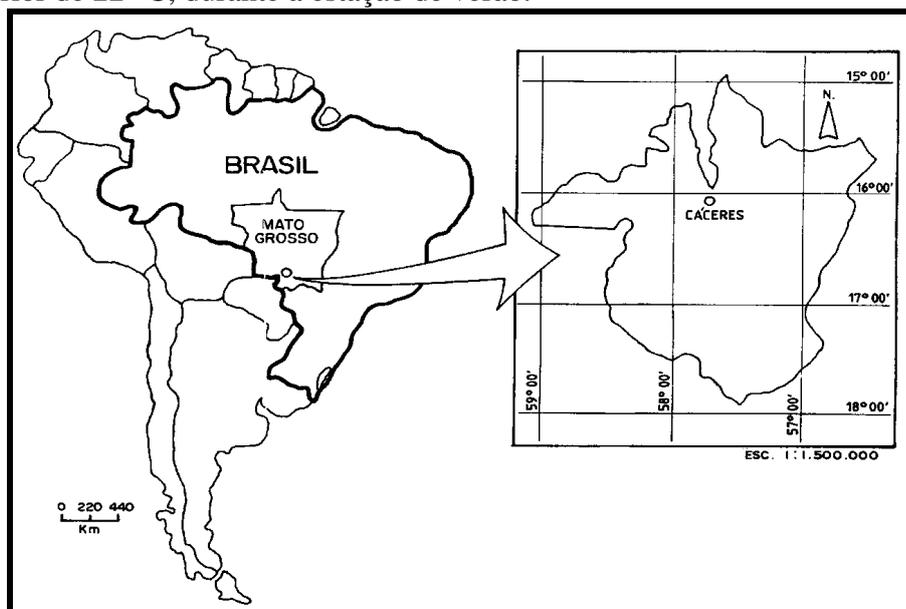


Figura 01 – Localização da cidade de Cáceres, no Alto Pantanal do Estado de Mato Grosso.

Fonte: Antonio Rosestolato Filho

Segundo a estação meteorológica de Cáceres, dados do instituto nacional de meteorologia – INMET (Figura 02) a precipitação total para os meses de abril a outubro de 2004 (período seco), foi de 326,5mm, já para os meses de novembro a março de 2004/2005 (período chuvoso), o valor total de precipitação foi de aproximadamente 976,3mm. Portanto, a partir da análise dos valores de precipitação do INMET para Cáceres constata-se nitidamente a ocorrência de dois períodos regimes de chuvas bem distintos: um quase seco e outro muito chuvoso.

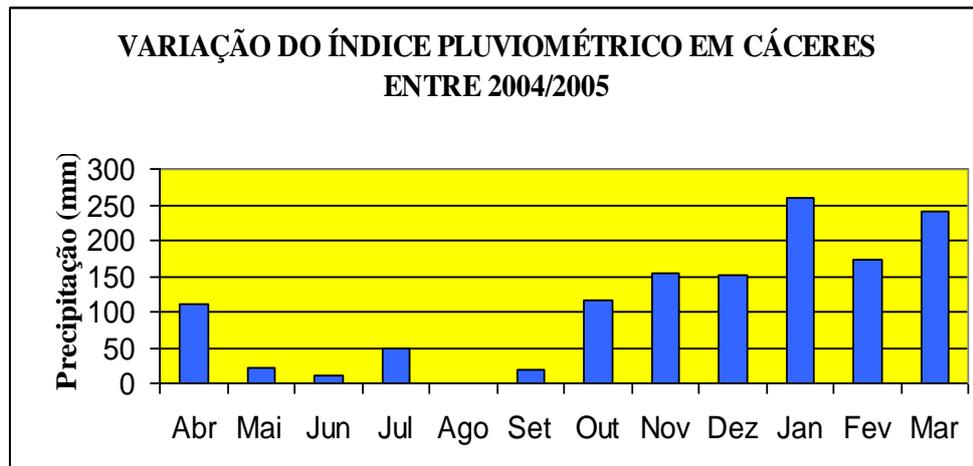


Figura 02 – Precipitação anual ocorrida entre os meses abril/2004 e março/2005

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

2.2 HIDROGRAFIA

A cidade de Cáceres situa-se na área da meso bacia hidrográfica brasileira: a Bacia do Paraná. Situada à margem esquerda do Rio Paraguai (Pantanal Matogrossense), a malha urbana de Cáceres se desenvolveu sobre as áreas das quatro microbacias de drenagem fluvial do córrego Sangradouro, do córrego do Fontes, do córrego do Renato e do córrego José Bastos (Figura 03), cujo atual estágio de urbanização vem comprometendo a quantidade e qualidade dos recursos hídricos desses canais. Essas quatro microbacias hidrográficas de macro drenagem, de águas pluviais urbanas, são similares nas características geológica, geomorfológica e pedológica.

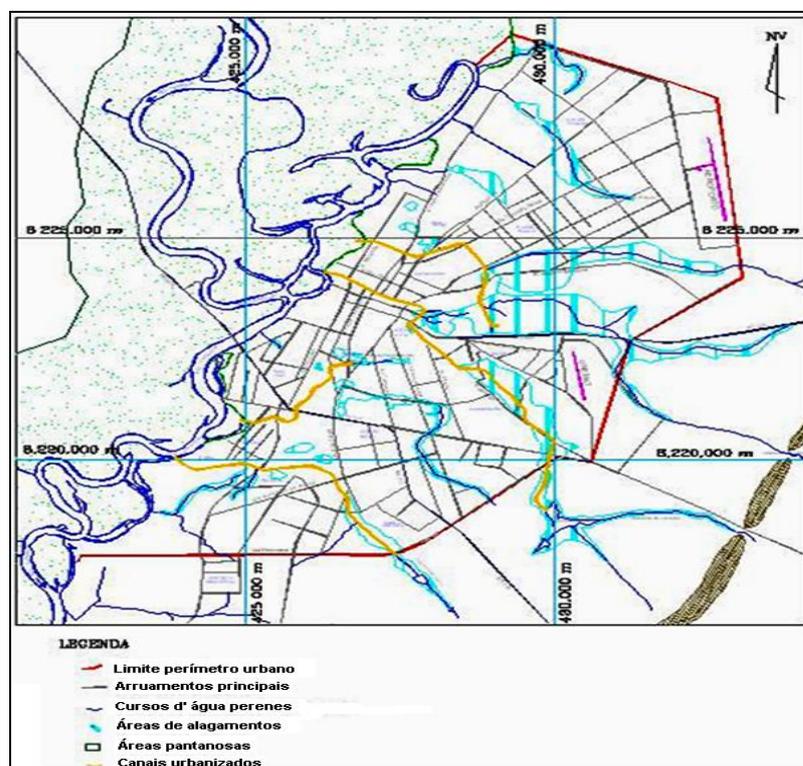


Figura 03 – Localização da rede de drenagem urbana da cidade de Cáceres

Fonte: Antonio Rosestolato Filho

De acordo com o regime hídrico o canal dos Fontes, o córrego do Sangradouro, o córrego do Renato e o córrego José Bastos (ou córrego do Junco) podem ser classificados enquanto rios do tipo exeqüentes e efêmeros: o primeiro termo corresponde aos canais que correm de acordo com morfologia do terreno de áreas com topografia plana e de homogeneidade litológica, enquanto o segundo termo refere-se aos cursos fluviais que durante maior parte do ano apresentam-se secos e somente com o retorno das chuvas passarão a comportar água (CHRISTOFOLETTI, 1980). Além desses aspectos, Cáceres ainda apresenta um relevo plano e suave ondulado, com uma altimetria média estimada de 118 metros acima do nível do mar, situada à margem esquerda do rio Paraguai.

2.3 GEOMORFOLOGIA

O município de Cáceres-MT abrange cerca de 30% da unidade geomorfológica Província Serrana (Almeida, 1964) que tem uma extensão de aproximadamente 350 km com largura média de 30 km. Essa unidade inicia-se, a leste, na região da depressão periférica de Paranatinga, sendo limitada a sudoeste pelo Pantanal Mato-grossense e separando a Baixada Cuiabana da Baixada do Alto Paraguai. Esta unidade constitui um exemplo de modelado de relevo de cadeias dobradas tipo apalachiano em franco estágio de dissecação. A Província Serrana desenvolve-se em amplo arco de concavidade voltada para sudeste. A direção predominante, NE-SO na região entre Cáceres e Cuiabá compõe uma série de alinhamentos de cristas paralelas, de origem tectônica. As serras do Quilombo, Ponta do Morro, Jacobina, Retiro, Facão, Cachoeirinha e Boi Morto são algumas representativas em termos de altitudes, com cotas variando de 400 a 600 metros (PROJETO RADAMBRASIL, 1982).

A faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia constitui um importante elemento tectônico de importância regional no Centro-Oeste do Brasil. A evolução dessa faixa dobrada tem sido relacionada ao ciclo Brasileiro, no limite do Proterozóico Superior e Paleozóico Inferior, fato esse indicado por datações radiométricas. Uma idade proterozóica superior é sugerida baseada em fósseis correlacionáveis à fauna ediacariana.

2.4 GEOLOGIA

Geologicamente, a malha urbana está situada na Formação Pantanal (Qp), que é composta por sedimentos aluviais predominantemente arenosos, siltico-argilosos e argilosos, inconsolidados e semiconsolidados. Subordinadamente, verificam-se sedimentos areno-conglomeráticos nas camadas inferiores da seqüência. Nos horizontes superiores constata-se variações faciológicas observando-se locais onde há predominância de areias sobre argilas e vice-versa, ocorrendo essas nas áreas sujeitas a inundações por tempo mais prolongado. Em geral a maior parte da superfície dos Pantanaís Matogrossenses é ocupada por areias quartzosas, que provavelmente dominam também nas camadas sotopostas, pois o quartzo é o principal componente das rochas das áreas-fonte. A sedimentação que se processa hoje nas áreas interfluviais é, sobretudo, pelítica, condicionada às inundações periódicas. Esta sedimentação também tem percentagem variável de matéria orgânica. A descrição dos sedimentos da Formação Pantanal é dificultada pela ausência de afloramentos, em face da topografia plana e da cobertura vegetal. Ao longo dos rios, encontram-se algumas barrancas elaboradas naqueles sedimentos, constituindo essas os únicos afloramentos naturais (PROJETO RADAMBRASIL, 1982).

2.5 AS AÇÕES PARA EVITAR AS ENCHENTES URBANAS

Atualmente a Secretária de Obras e Planejamento (SOSU) da prefeitura municipal de Cáceres é órgão que realiza os serviços de limpeza mecânica e manual do canal dos Fontes, do córrego Sangradouro, do Córrego do Renato e do córrego José Bastos. A medida é realizada sempre próxima do período chuvoso visando o retardamento das águas pluviais. Todos os anos, no período chuvoso acarretam alagamentos em bairros centrais causando

transtornos no perímetro urbano de Cáceres (Figura 04). Embora as ações limpeza da prefeitura para retirar o lixo, vegetação e material do leito para aumentar a vazão dos canais é um fator importante, ainda é uma medida bastante restritiva porque soluciona parcialmente o problema dos alagamentos no meio urbano durante o período de alto índice de chuvas.



Figura 04 – Enchente no bairro Cohab Velha em 1998, área central da cidade de Cáceres

Fonte: Josefa Pereira

Por outro lado, apontam-se outros fatores que contribuem para os problemas das enchentes no perímetro urbano de Cáceres além do lixo e vegetação nos canais, como crescimento urbano desordenado iniciado na região na década de 1960-1970 que colaborou para intensa migração de pessoas para cidade, motivos pelos quais levaram a cidade aos graves problemas ambientais. Sobre isso discorre Mirandola (1996, p.19):

as inundações na área urbana de Cáceres se devem ao fato da urbanização ter aumentado progressivamente ao longo da rede de drenagem de águas pluviais e fluviais, sem ao menos um controle eficiente do uso da terra urbana e um acompanhamento da reação dos canais à urbanização.

Tendo em vista a exposição da autora acima, o solo urbano, uma vez, impermeabilizado com o crescimento da malha urbana contribui diretamente para o aumento acelerado do escoamento superficial das chuvas. Estas alimentarão os canais fluviais que, devido à capacidade reduzida, terão alterações na eficiência do fluxo em escoar livremente (EBISEMIJU, 1989). Aliás, os canais fluviais urbanos de Cáceres apresentam diversas seções ou pontos dos cursos estrangulados por pontes sobre tubos de concretos que diminuem drasticamente capacidade de vazão do fluxo, impedindo que o volume de água gerado no período chuvoso escoe livremente pela seção transversal.

A seção transversal do canal segundo Cunha (2003), remete as propriedades geométricas como largura, profundidade e declividade do curso, essas variáveis uma vez alteradas por obras de engenharia (tubulações, pontes, canalizações), vai provocar diminuição na capacidade do canal de realização a vazão de água. Com base nesse pensamento qualquer atividade que se implante nos cursos de água acarretará alterações na vazão.

Todavia, as ações de limpeza de entulhos e vegetação em canais fluviais urbanos ajudam pouco, devido ao fato desses canais apresentarem sua capacidade de vazão reduzida por obras como pontes e tubulações que estrangulam as seções transversais. Nos canais

urbanos de Cáceres isso não é diferente, pois as medidas de limpeza tem funcionado de forma paliativa na solução de enchentes sendo que exato problema está nos pontos estrangulados por obras de engenharia e no crescimento urbano desordenado.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PROBLEMAS DAS ENCHENTES NAS REGIÕES TROPICAIS ÚMIDAS.

Diversos trabalhos abrangem o quadro ambiental, principalmente de centros urbanos de regiões tropicais úmidas (CUNHA, 2003; BOTELHO e SILVA, 2004; CUNHA e GUERRA, 2000; e VIEIRA e CUNHA, 2001) e apontam as diferentes formas de ocupação do solo devido à crescente urbanização. As causas da impermeabilização do solo contribuem para diminuição da infiltração das águas pluviais, favorecendo o aumento do escoamento superficial (*runoff*) e o aumento do pico de vazão das águas.

Vieira e Cunha (2001) no estudo sobre as mudanças na dinâmica fluvial na rede de drenagem urbana da cidade de Teresópolis, no Estado do Rio de Janeiro, mostraram que a falta de planejamento e gestão das bacias hidrográficas contribuíram para o desenvolvimento desordenado da malha urbana sobre sete canais de terceira ordem. O enfoque das autoras remete para o fato do crescimento urbano alarmante que afetou diretamente a rede de drenagem fluvial causando alterações na geometria dos canais constituintes, tanto no “equilíbrio fluvial” quanto no “regime hídrico”. As modificações foram causadas, sobretudo, por obras de engenharia implantadas ao longo dos cursos. Estas mudanças, além de modificar as seções transversais, o volume de sedimentos e a velocidade do fluxo, trazem também uma série de impactos à qualidade de vida da população, como os efeitos nocivos das enchentes. O estudo realizado através do método de análise espaço-temporal mostrou que as seções transversais, uma vez estranguladas por obras de engenharia, em geral, apresentavam uma redução na capacidade do canal e na eficiência do fluxo, sendo a causa das enchentes detectadas.

3.2 REAÇÕES DOS CANAIS FLUVIAIS DIANTE DE ATIVIDADES ANTRÓPICAS

O trabalho de Ebisemiju (1989), sobre a bacia hidrográfica de Ado-Ekiti a sudoeste da Nigéria mostrou através do método de interpolação espacial que atividades humanas influenciam indiretamente nas mudanças de ambientes hidrológicos em regiões tropicais úmidas. Ainda, o mesmo autor demonstra que essas transformações são tanto em áreas urbanas quanto nas áreas rurais, porém com maior amplitude nos locais urbanizados onde o manejo inadequado do solo produz superfícies impermeáveis, resultando em mudanças morfológicas e hidrológicas para os canais. Assim sendo, ao testar a hipótese que a capacidade do canal é reduzida quando associado à urbanização nos trópicos úmidos, Ebisemiju remete esse fato ao transporte de sedimentos e regime hídrico que nas regiões úmidas operam com muita intensidade.

Christofoletti (2002), associa a ampliação das áreas urbanizadas como responsáveis pelas ocorrências de ondas de enchentes e modificações na morfologia do canal. Este autor demonstra que em um estudo já realizado em bacias hidrográficas de ambientes de regiões temperadas com taxa de urbanização superior a 5% da área total de uma bacia, apresentava valores negativos ao índice de alargamento do canal. Em tese, isso pressupõe que em regiões tropicais úmidas a capacidade do canal geralmente será pequena devido a alta intensidade de transporte de sedimentos, já demonstrado por (EBISEMIJU, 1989). Neste sentido, pode-se dizer que o canal fluvial resultaria do ajuste da quantidade de água que passa através da seção transversal, modificando a largura e profundidade.

Alguns estudos apontam (CHRISTOFOLETTI, 1980; CUNHA, 1996; e 2003), que 10% do débito fluvial correspondem aos materiais suspensos, como areia, argila e silte. E a carga de fundo do leito depositado dinamicamente pelo transporte fluvial se constitui o

material sedimentar que preenche a área da seção transversal do canal, modificando ou não a largura e profundidade. Enfim, esses parâmetros podem apresentar índices de alargamento negativo ou positivo para o tamanho da capacidade do canal, conforme o estado da variação fluvial.

Para Vieira e Cunha (2001), a capacidade do canal para pequenos cursos deve aumentar gradativamente de montante a jusante, tornando eficiente a passagem do fluxo. Caso contrário, se o aumento das seções transversais não for proporcional ao longo do perfil longitudinal do canal, então ele estará em um estado de completo desajuste para o sistema fluvial.

Os canais fluviais são definidos por Christofolletti (1980), enquanto sistemas abertos que estão em constante permuta de matéria e energia. Portanto, quaisquer alterações no nível de retroalimentação desses atributos conseqüentes modificações sofrerão o futuro sistema. De um lado, para o sistema fluvial manter certo equilíbrio de estabilidade, dinamicamente, ele será condicionado por diversas variáveis, como a descarga líquida, a carga sedimentar, o declive, a largura, a profundidade e velocidade do fluxo. Por outro lado, as obras de engenharia causam impactos nos canais fluviais, alterando tanto a geometria do canal quanto a eficiência do fluxo, pois regiões tropicais úmidas são extremamente dinâmicas diante de fatores de erosão, transporte e deposição de sedimentos (VIEIRA e CUNHA; 2001). Nessas áreas, principalmente em pequenos canais, a capacidade se apresenta reduzida e a ineficácia do fluxo intensificada.

Para Christofolletti (1980), o equilíbrio fluvial ou “estado de estabilidade” do canal somente ocorre quando no sistema fluvial há troca de energia e matéria, as quais entram e saem através do sistema e permanecem equivalentes. Por outro lado, é necessário um lapso de tempo relativamente longo para que as flutuações do fluxo sejam mínimas, permitindo que haja um equilíbrio constante entre o débito fluvial e a carga de fundo.

Cunha (2003), associa o equilíbrio fluvial do canal com o perfil longitudinal, sendo que esse último deve apresentar-se côncavo e liso e com inclinações maiores em direção de montante. Embora na prática, isso é modificado pela presença de controle estrutural que secciona o curso de água em segmentos individualizados com perfis de equilíbrio próprios. Assim, considerando tal afirmativa, o canal fluvial somente estará em equilíbrio quando a seção transversal mantiver um aumento proporcional desde a nascente até a foz do rio.

Portanto, tanto a análise feita por Christofolletti (1980) como a análise de Cunha (2003) ressaltam a importância do perfil longitudinal para avaliação do equilíbrio dos canais.

3.3 O EFEITO DE AFUNILAMENTO DOS CANAIS URBANOS

A partir do referencial teórico pode-se atribuir nessa pesquisa o termo de efeito de afunilamento para os canais que apresentam seções transversais estranguladas por algum tipo de obra de engenharia, que ao invés de proporcionar um aumento na capacidade do canal de montante a jusante, provoca o efeito ao contrário, ou seja, a diminuição das propriedades geométricas da seção transversal.

Para melhor clareza desse efeito de afunilamento classificou-se as seções transversais estranguladas por obras de engenharia de duas formas: seções transversais semi-abertas e semi fechadas. As seções transversais semi-abertas podem ser observadas nos pontos dos canais onde são implantadas pontes em moldes de concreto interfere pouco sobre a dinâmica do canal (Figura 05). As seções transversais semi-fechadas são àquelas onde o canal fluvial recebe uma ponte sobre tubo ou manilhas de concreto que obstrui a maior parte da área da seção transversal, reduzido diretamente a capacidade de vazão do fluxo de água (Figura 06). O interessante nesta figura que o espaço onde escoar o fluxo de água é bem reduzido, e contribui muito para intensificar o efeito da enchente no entorno do canal.



Figura 05 – Córrego do Renato, a jusante da passagem da rua dos Coqueiros.

Fonte: Antonio Rosestolato Filho



Figura 06 – Passagem da rua Sete de Setembro sobre o córrego Sangradouro.

Fonte: Antonio Rosestolato Filho

Portanto, a construção pouco planejada das obras ao longo dos canais colabora para o efeito de afunilamento, cujas consequências serão a redução da eficiência do fluxo, variando

em menor intensidade para as seções transversais semi-abertas e maiores intensidades para as seções transversais semi-fechadas.

3.4 OS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA

Inevitavelmente, a urbanização é um processo que reflete em conseqüências diretas e indiretas na bacia hidrográfica. Primeiro porque a impermeabilização do solo urbano através das construções, pavimentação e canalização artificial dos cursos fluviais condicionam o aumento do pico de vazão das enchentes. Segundo, porque ocorre uma alteração na taxa de infiltração normal do solo após a urbanização, favorecendo o aumento e a aceleração do escoamento superficial das águas pluviais, cujo impacto será a geração de enorme excedente de fluxo além da capacidade de vazão dos canais. O efeito disso será a ampliação freqüente de alagamentos nos pontos dos canais que estão estrangulados por obras de engenharias.

Segundo Souza (1998), a bacia de drenagem ou “bacia hidrográfica” é uma unidade que interage com os fatores físicos, biológicos, econômicos e sociais, devendo ser analisada enquanto “auto-ajuste das condições naturais e das atividades humanas nela desenvolvidas”. Ou seja, afirma-se que qualquer alteração nos fatores físicos, biológicos, econômicos e sociais de uma bacia hidrográfica implicará direta e indiretamente em mudanças para o futuro do sistema.

Uma bacia hidrográfica reúne uma rede de drenagem comportando diversos canais fluviais que realizam o permanente trabalho de erosão, transporte e deposição do relevo (CHRISTOFOLETTI, 1980). Assim, a dinâmica da bacia hidrográfica está intrínseca e extrinsecamente ligada às mudanças nos atributos geomorfológicos.

A bacia hidrográfica enquanto importante unidade geológica, geomorfológica e hidrológica vem ganhando um exponencial destaque nos últimos anos devido ao intenso processo de ocupação pela sociedade, pois o aumento da erosão dos rios, desflorestamentos, despejos de esgoto sem tratamento e de dejetos industriais nos mananciais hídricos, são os indicadores que comprometem a quantidade e qualidade da água (TUNDISI, 2003). Na mesma vertente de pensamento Musetti (2001), destaca que nos municípios brasileiros há uma tendência político-administrativa favorável à canalização de córregos em meio urbanos, na pretensão de solucionar de imediato os problemas de enchentes, mau-cheiro, desbarrancamentos e outros.

Muitas vezes o pensamento reinante sobre o trato da questão dos canais urbanos não supera a simples visão linear e superficial que intervir isoladamente em alguns atributos geomorfológicos será suficiente para resolver os problemas de enchentes e outros associados aos cursos hídricos. Aliás, no mesmo sentido Capra (1987), associa os fatores responsáveis pela depredação do meio ambiente e deterioração do padrão de vida da população à ênfase dada ao ritmo de crescimento econômico frenético respaldado em visão linear e mecanicista, dita científica, perdeu o foco integral da realidade para analisá-la em partes fragmentadas e desconectadas de maneira a dominar melhor a natureza enquanto mera função utilitarista para economia.

Este ritmo acelerados sobre o ambiente terrestre cujos recursos naturais se encontram limitados gera situações antiecológicas que agravam ainda mais os custos sociais e ambientais, em especial, para os países pobres. Tal situação pode se ensejada na política da modernidade calcada na visão do desenvolvimento econômico progressivo impôs a ideologia de desencantamento da natureza através das descobertas da ciência conseguiu quebrar a simetria entre economia e ecologia (CASSETI, 1995).

Segundo Cunha (2003), nos últimos séculos as atividades humanas vêm alterando o relevo terrestre muito mais que os processos naturais, em específico, sobre as bacias de drenagens e, por conseguinte, sobre os canais constituintes. Hoje, as modificações efetuadas nos canais fluviais para o controle de vazões através de obra de engenharia visando atenuar os

efeitos de enchentes e inundações, acarretam uma série de alterações nas seções transversais, no perfil longitudinal do canal entre outras modificações. Portanto, geralmente tais medidas não são orientadas numa visão holística, ou seja, atitudes tomadas no sentido de um planejamento integrado.

Entretanto, os problemas dos canais fluviais, principalmente em áreas urbanas, associam-se, em geral, às influências causadas pela ocupação desordenada da sociedade, pois esta ao organizar o espaço de forma inadvertida, acaba implantando inúmeras obras de engenharia sobre os ambientes fluviais. Aliás, essas atividades são diretamente responsáveis pelas alterações da dinâmica fluvial dos canais urbanos.

Segundo o censo demográfico de 2000, aponta que a cidade de Cáceres - MT, atingiu uma taxa de urbanização de 11,92 % em relação ao último censo realizado no ano de 1991, mostrando também que 81,3 % população urbana conta com serviços de coleta do lixo e nenhum percentual para os serviços de tratamento do esgoto (IBGE, 2000). Esses dados analisados pelo IBGE inexoravelmente demonstra que há descompasso entre o crescimento da taxa de urbanização e uso adequado dos recursos hídricos, uma vez que quanto maior a taxa de urbanização menor é esforço político e administrativo para buscar medidas práticas para o tratamento dos resíduos líquidos e sólidos domésticos que acabam tendo como único destino final os cursos fluviais urbanos. O tratamento dos resíduos domésticos deve ser visto como a via de solução para a questão do esgoto despejado em canais fluviais, haja vista que uso múltiplo da água deve ser visto de maneira integrada, de modo que o papel dos gerentes (administradores) é preservar e gerenciar junto com a sociedade qualidade e quantidade da água da bacia hidrográfica (TUNDISI, 2003).

É neste contexto da falta de planejamento urbano que a cidade de Cáceres, com perímetro urbano que abrange quase por completo a área das respectivas microbacias de drenagem de água pluviais e fluviais urbanas: as microbacias do córrego Sangradouro, do córrego dos Fontes; do córrego do Renato; e do córrego José bastos (ou córrego do Junco), onde a degradação por manejo inadequado do solo e das margens do leito, a implantação de obras de engenharia distribuídas irregularmente ao longo dos cursos e o despejo de esgoto doméstico sem nenhum tratamento são os fatores bastante presentes, enquanto gerenciamento responsável e soluções destes problemas são praticamente ausentes nesses canais fluviais.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 MUDANÇAS NAS SECÇÕES TRANSVERSAIS ENTRE PERÍODO SECO E CHUVOSO

O método de interpolação espacial e temporal permitiu verificar as variações acentuadas na capacidade do canal em dez seções transversais mensuradas entre dois períodos distintos no que tange o regime de chuva, de outubro de 2004 a janeiro e fevereiro de 2005. O uso desta metodologia foi empregada a fim que pudesse identificar mudanças nos cursos fluviais tanto na perspectiva temporal quanto na perspectiva espacial, posto que, alterações nas características de canais ocorrem num breve lapso de tempo.

A capacidade do canal é uma variável geométrica que representa a relação das mudanças na largura, profundidade média e declive do canal. Devendo aumentar proporcionalmente de montante a jusante para conter o nível de água que passa pela seção transversal. Portanto, são variáveis imprescindíveis para avaliação do grau de alteração do canal (CUNHA, 2003; VIEIRA e CUNHA, 2001).

As variações nos mês de outubro de 2004, período no qual os canais estão destituídos de água devido a ausência de chuva, a capacidade do canal a jusante apresentaram-se reduzidas em relação aos pontos de montante, com exceções as seções transversais 01 e 02 canal das Fontes e 06, 07 e 08 córrego do Renato (Tabela 01). Enquanto para os meses de janeiro a fevereiro de 2005, as mesmas dez seções transversais apresentaram variações na

capacidade do canal em relação ao período anterior na média de 5,58%, 4,60%, 24,65% e 1,47% de redução, respectivamente, para o canal das fontes, córrego Sangradouro, córrego do Renato e córrego José Bastos.

Tabela 01: As seções transversais mensuradas entre os períodos de seca e chuvosa

REDUÇÃO NA CAPACIDADE DO CANAL (m ²)			
Canais fluviais	Seções Transversais	Período de 2004	Período de 2005
		Estação Seca	Estação chuvosa
Canal das Fontes	01	8,05	7,40
	02	21,03	20,38
Córrego Sangradouro	03	9,64	9,57
	04	17,76	17,11
	05	15,12	13,68
Córrego do Renato	06	7,40	4,80
	07	11,68	11,97
	08	13,97	11,99
Córrego José Bastos	09	6,07	6,07
	10	4,06	4,00

Fonte: Dione Peres Aguiar

No canal dos Fontes, as seções transversais 01 e 02, mensuradas no período de outubro de 2004 (Tabela 01), apresentaram variação na capacidade do canal de 8,05m² e 21,03m², enquanto no período de fevereiro de 2005 essa relação foi de 7,40m² a 20,38m². Entretanto, nota-se que ocorre uma redução na capacidade do canal em relação de um período para outro nas duas respectivas seções transversais de 3,09% e 7,6%.

As seções transversais 03, 04 e 05 no córrego Sangradouro, traçadas no período de outubro de 2004 (Tabela 01), indicaram aumento proporcional na capacidade do canal entre 9,64m² a 17,76m², exceto a 5ª seção transversal que manteve uma redução de 14,86% em relação a 4ª seção transversal. Já no período de fevereiro de 2005 as mesmas seções transversais variaram entre 9,57m² e 17,11m², permanecendo a seção transversal 05 com uma redução de 20,04%. Portanto, os valores na capacidade do canal de um período para outro nas três seções transversais mostram uma diminuição de 0,007%, 3,66% e 2,28% respectivamente.

No córrego do Renato, as seções transversais 06, 07 e 08 mensuradas no período de outubro de 2004 (Tabela 01), mostram um aumento proporcional na capacidade do canal, com uma variação de 7,40m² e 13,97m². Enquanto que no período de fevereiro de 2005, os valores para essas três seções transversais variaram de 4,80m² a 11,99m², mantendo-se assim com aumento proporcional. Entretanto, a capacidade do canal nas três seções transversais de um período para outro indicam uma redução de 35,13% e 14,17%, exceto a 7ª seção transversal que teve aumento de 2,48%.

As seções transversais 09 e 10 no córrego José Bastos, mensuradas no período de outubro de 2004 (Tabela 01), indicam valores na capacidade do canal de 6,07m² e 4,06m², ou seja, tem-se uma redução de montante a jusante. No período de janeiro de 2005 esses valores variaram entre 6,07m² a 4,00m². Portanto, nota-se que de um período para outro somente a 10ª seção transversal apresentou uma redução de 1,47% na capacidade do canal, enquanto a 9ª seção transversal manteve-se inalterada. Essa pequena alteração na capacidade do canal do córrego José Bastos é explicada pelo fato de sua bacia hidrográfica ser a menos urbanizada e mais arborizada.

4.2 VARIAÇÃO ESPACIAL DA GEOMETRIA DOS CANAIS EM PERÍODO CHUVOSO

Cunha (2003) destaca que a facilidade de aplicação da técnica de interpolação espacial se deve ao fato de que não é preciso conhecer anteriormente às mudanças no sistema fluvial, para isso, basta que as comparações das propriedades do canal sejam feitas entre rios adjacentes ou ao longo do próprio rio. Neste sentido, pode-se detectar mudanças em trinta e seis seções transversais distribuídas de montante à jusante em quatro canais fluviais urbanos de Cáceres, durante os períodos chuvosos de 2004 e 2005 (Figura 07).

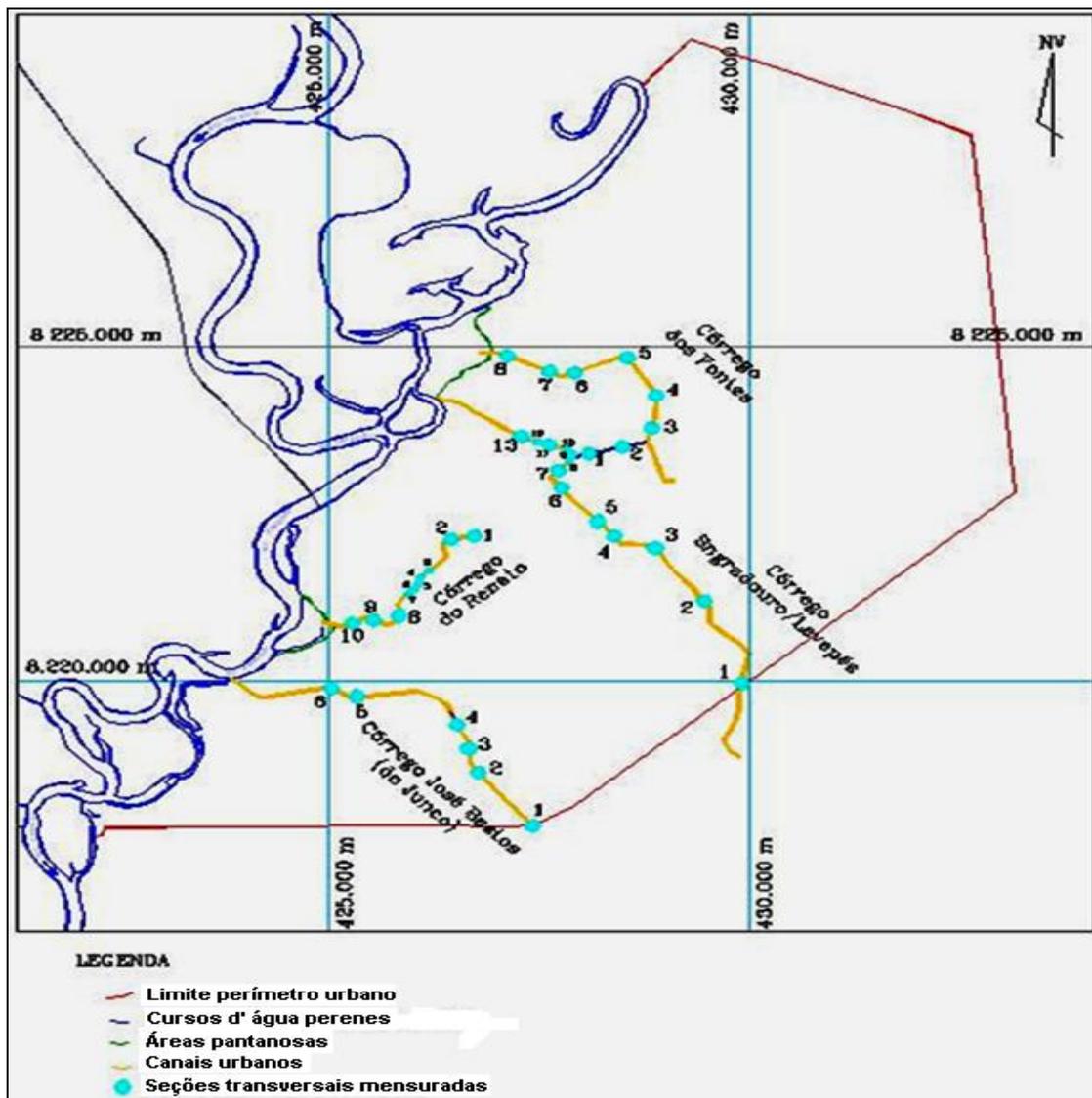


Figura 07 – Localização das seções transversais mensuradas ao longo dos canais fluviais urbanos da cidade de Cáceres-MT.

As seis seções transversais mensuradas no mês de janeiro de 2005, no córrego José Bastos (Tabela 02), mostram uma variação na capacidade do canal entre 2,57 m² e 9,74 m². Entretanto, da 1^a a 2^a, dessa última para 3^a e da 5^a para 6^a seções transversais não ocorre um aumento proporcional necessário na capacidade do canal, para que o fluxo escoe livremente sem causar extravasamento da água sobre as margens. Desse modo, tem-se uma redução na capacidade do canal nas seções transversais 02, 03 e 06 de 34,10 %, 35,75 % e 59,44 % respectivamente.

Tabela 02: Variação dos parâmetros geométricos do canal ao longo do córrego José Bastos em período chuvoso.

Parâmetros Geométricos do Córrego José Bastos – Janeiro de 2005							
Seção transversal	Largura do canal (m)	Profundidade Média do canal (m)	Capacidade do canal (m ²)	Área da seção molhada (m ²)	Raio Hidráulico (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m ³ /s)
01	4,40	1,38	6,07	0,38	0,15	0,32	0,12
02	5,80	0,69	4,00	2,52	0,43	0,12	0,30
03	3,90	0,66	2,57	0,18	0,14	0,28	0,05
04	4,70	1,23	5,78	0,81	0,16	0,25	0,20
05	5,70	1,71	9,74	4,33	0,55	0,08	0,34
06	5,20	0,76	3,95	1,14	0,29	0,23	0,26

Fonte: Dione Peres Aguiar

A área da seção transversal molhada (Tabela 02) indica valores entre 0,38m² e 4,33m², enquanto o raio hidráulico mostra uma variação de 0,12m a 0,56m, a velocidade média da água manteve entre 0,08m/s e 0,32m/s e a vazão entre 0,05m³/s a 0,34m³/s. No entanto, esses valores mostram divergências nas características de eficiência do fluxo, pois a menor velocidade média da água pertence a 5ª seção transversal é de 0,08m/s e que possui a maior capacidade do canal 9,74m², também corresponde ao maior raio hidráulico 0,56m, a maior área da seção transversal molhada 4,33m² e a maior vazão 0,34m³/s, em detrimento da 3ª seção transversal que possui o menor valor na capacidade do canal 2,57m², a menor área da seção transversal molhada 0,18m², o menor raio hidráulico 0,12m e a menor vazão 0,05m³/s, portanto, apresentando a segunda melhor velocidade média do fluxo 0,28m/s. Ambos os casos correspondem aos pontos de estrangulamentos do canal mais prejudicados pelos efeitos de pontes em tubos de concreto, na rua da radial II e a rua radial I.

No córrego Sangradouro, principal curso de água atingido intensivamente pela urbanização, foram traçados doze seções transversais em fevereiro de 2005 (Tabela 03), em sua maioria nos pontos estrangulados por obras de engenharia, como pontes de concretos armado e pontes em tubos de concreto de um (1) metro de diâmetro (Figura 06), exceto as seções transversais 05, 08 e 09.

Tabela 03: Variação dos parâmetros geométricos do canal ao longo do córrego Sangradouro em período chuvoso.

Parâmetros Geométricos do Córrego Sangradouro – Fevereiro de 2005							
Seção transversal	Largura do canal (m)	Profundidade Média do canal (m)	Capacidade do canal (m ²)	Área da seção molhada (m ²)	Raio Hidráulico (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m ³ /s)
01	4,80	0,72	3,45	0,79	0,15	0,06	0,05
02	5,40	0,79	4,26	0,90	0,22	0,12	0,11
03	6,30	1,52	9,57	1,26	0,23	0,10	0,12
04	10,90	1,22	13,30	1,14	0,31	0,16	0,18
05	4,60	1,07	4,92	0,91	0,28	0,29	0,26
06	9,30	1,84	17,11	2,16	0,23	0,14	0,30
07	7,60	1,80	13,68	1,86	0,35	0,06	0,11
08	7,90	1,24	9,79	2,27	0,48	0,16	0,36
09	8,40	0,98	8,23	2,18	0,33	0,10	0,21
10	10,50	2,26	23,73	1,62	0,20	0,14	0,22
11	9,20	1,95	17,94	0,77	0,20	0,29	0,22
12	4,90	2,28	10,71	0,95	0,26	0,26	0,24

Fonte: Dione Peres Aguiar

Nota-se que os valores da capacidade do canal (Tabela 03) encontram-se entre 3,45 m² e 23,73 m². Entretanto, nas seções transversais da 4^a a 5^a, da 6^a a 7^a, da 7^a a 8^a, 8^a a 9^a, da 10^a a 11^a e, dessa última para 12^a, mostram um decréscimo na capacidade do canal de 63,00 %, 20,04 %, 28,43 %, 15,93 %, 24,39 % e 40,30 % respectivamente. Portanto, tais seções transversais não mantêm um aumento proporcional na capacidade do canal em direção de jusante.

Observa-se que os valores da seção transversal molhada encontram-se entre 0,79 m² a 2,27 m², do raio hidráulico entre 0,14 m a 0,46 m, da velocidade média do fluxo entre 0,06 m/s a 0,29 m/s e da vazão entre 0,05 m³/s a 0,36 m³/s. Dessa forma, nota-se a discrepância desses valores ao longo do canal (Tabela 03), mostrando um desequilíbrio acentuado no que tange o escoamento do fluxo, em especial, nas seções transversais 06 a 07, as quais mostram respectivamente uma redução da velocidade e vazão de 57,14 % e 63,33 %. Portanto, são nestes pontos do canal que vem ocorrendo o extravasamento da água durante o período chuvoso. Isto ocorre porque a capacidade do canal uma vez reduzida tem como consequência a velocidade de vazão do fluxo retardado, de modo que, a seção transversal não terá potencial suficiente pra escoar livremente sem causar transbordamento das águas da chuva.

Tabela 04 - Variação dos parâmetros geométricos do canal ao longo do córrego dos Fontes em período chuvoso.

Parâmetros Geométricos do Canal das Fontes – Fevereiro de 2005							
Seção transversal	Largura do canal (m)	Profundidade Média do canal (m)	Capacidade do canal (m ²)	Área da seção molhada (m ²)	Raio Hidráulico (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m ³ /s)
01	4,60	1,61	7,40	1,05	0,30	-----	-----
02	2,70	1,04	2,80	0,24	0,13	-----	-----
03	10,90	1,87	20,38	7,11	0,63	0,51	4,26
04	8,00	1,99	15,92	2,60	0,38	0,32	0,83
05	13,20	2,31	30,49	6,86	0,60	0,23	1,57
06	12,10	2,89	34,96	4,51	0,46	0,42	1,89
07	12,00	3,79	45,48	7,03	0,70	0,53	3,72
08	12,00	3,91	46,92	6,07	0,69	0,57	3,46

Fonte: Dione Peres Aguiar

Nas oito seções transversais mensuradas no mês de fevereiro de 2005, no canal dos Fontes (Tabela 04), em sua maioria sobre pontes de concreto armado e pontes em tubos de concreto, com exceções a 1ª e 2ª seções transversais, onde se têm implantado passarelas feitas em moldes de madeira.

Os valores da capacidade do canal (Tabela 04) indicam uma variação entre 2,80 m² e 46,92 m², também evidência que a capacidade do canal ao longo do curso fluvial não mantém um aumento proporcional em direção de jusante, especialmente, nas seções transversais 02 e 04, cujas reduções são de 62,16 % e 21,88 %, respectivamente.

Na mesma tabela na área da seção transversal molhada, os valores variam entre 0,24 m² e 7,11 m². O raio hidráulico indica valores entre 0,16 m e 0,68 m. A velocidade média do fluxo se mantém entre 0,23 m/s e 0,57 m/s, enquanto a vazão do fluxo entre 0,83 m³/s e 4,26 m³/s. Por outro lado, observa-se que o menor valor da área da seção transversal molhada 0,24 m² e o menor valor raio hidráulico 0,16 m correspondem também a menor capacidade do canal 2,80 m² que, portanto, apresenta uma completa inexistência de velocidade do fluxo. Por outro lado, a maior velocidade média da água 0,57 m/s pertence à seção transversal de maior valor na capacidade do canal 46,92 m² e também com raio hidráulico 0,66m, o segundo melhor.

No entanto, tendo a 5ª seção transversal a menor velocidade média do fluxo 0,23 m/s, apesar do elevado valor do raio hidráulico 0,58 m, não possibilitou um eficiente escoamento da água neste ponto. Em primeiro lugar, na prática a baixa velocidade do fluxo se deve ao fato da existência neste ponto do canal, de pontes em tubos de concreto que por sua vez obstruem o livre escoamento da água. Em segundo lugar, o fato de existir um ponto de estrangulamento, a função do raio hidráulico se anula devido à baixa velocidade e o alto valor da área da seção transversal molhada 6,86 m². Portanto, velocidades reduzidas sempre se associam a valores altos no tocante a área da seção transversal molhada, por causa de obstáculos que retardam e acrescem o fluxo.

Tabela 05 - Variação dos parâmetros geométricos do canal ao longo do córrego do Renato em período chuvoso.

Parâmetros Geométricos do Córrego do Renato – Fevereiro de 2005							
Seção transversal	Largura do canal (m)	Profundidade Média do canal (m)	Capacidade do canal (m ²)	Área da seção molhada (m ²)	Raio Hidráulico (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão (m ³ /s)
01	4,00	1,20	4,80	1,49	0,28	0,11	0,16
02	5,90	2,03	11,97	3,24	0,69	-----	-----
03	9,00	2,26	20,34	11,97	1,05	-----	-----
04	5,50	2,18	11,90	7,64	0,95	-----	-----
05	8,70	2,08	18,09	8,51	0,78	-----	-----
06	8,70	1,68	14,61	5,90	0,57	-----	-----
07	9,10	1,95	17,74	5,86	0,60	-----	-----
08	8,90	1,26	11,21	8,33	0,83	-----	-----
09	8,60	2,13	18,31	1,79	0,24	0,08	0,14
10	8,80	3,31	29,12	3,20	0,52	0,17	0,54

Fonte: Dione Peres Aguiar

No córrego do Renato que percorre uma área bastante urbanizada ao longo de seu curso, e no qual foi executada uma canalização no setor mais urbanizado, foram traçadas dez seções transversais em fevereiro de 2005 (Tabela 05), que apresentaram uma variação na capacidade do canal de 4,80 m² a 29,12 m². Entretanto, observa-se que neste curso fluvial a capacidade do canal não mantém um aumento proporcional nos perfis transversais 03 a 04, 05 a 06 e 07 a 08, os quais demonstram uma redução de 41,49%, 19,23% e 36,80% percentuais, respectivamente.

Na mesma tabela, a área da seção transversal molhada mostra uma variação de 1,49 m² a 11,97 m². O raio hidráulico variou entre 0,24 m e 1,18 m. A velocidade média do fluxo indicou valores entre 0,08 m/s e 0,17 m/s e vazão da água entre 0,14 m³/s e 0,54 m³/s. Observando esses valores nota-se que a menor área da seção transversal molhada 1,49 m² corresponde à seção transversal com a menor capacidade do canal 4,80 m², enquanto a maior valor da área da seção transversal molhada 11,97 possui o maior valor do raio hidráulico 1,18m, porém sem apresentar nenhum índice de velocidade do fluxo. Nessas características, ainda incluem também as seções transversais 02, 03, 04, 05, 06, 07 e 08 que apresentam valores elevados para raio hidráulico, contudo sem apresentar nenhum índice de velocidade média da água.



Figura 08. Canalização do córrego do Renato em processo de acabamento.

Fonte: Antonio Rosestolato Filho

Portanto, esses valores elevados para a área da seção transversal molhada e também para o raio hidráulico, indicam alguma forma de alteração nas propriedades geométricas da seção transversal. Isto acontece no canal do Renato por que foi realizada uma obra de canalização (Figura 08), que provocou mudanças nas propriedades geométricas do canal e conseqüentemente na dinâmica fluvial. Então significa dizer que o motivo de não ocorrer velocidade para fluxo de água no canal pode ser explicado a partir da baixa declividade do perfil longitudinal e também pela enorme quantidade de vegetação aquática e lixo presentes no leito do canal (Figura 05). Enfim, entre estes fatores, o que mais responde pelos impactos causados é, sem dúvida, a obra de canalização.

CONCLUSÕES

A partir das observações realizadas para os quatro pequenos canais fluviais urbanos de Cáceres, pode-se concluir que as seções transversais avaliadas, principalmente, em pontos estrangulados pelas pontes de concretos apresentaram irregularidades nas características de eficiência do fluxo e de capacidade do canal. O primeiro parâmetro refere-se às seções transversais obstruídas por obras de engenharias, que por sua vez, causam o retardamento a montante da velocidade da água, e conseqüente aumento do nível do fluxo na seção transversal. O segundo parâmetro mostra a redução da profundidade média do canal devido ao intenso processo de deposição de sedimentos resultantes, em grande parte, do manejo e remoção de materiais do leito dos canais para evitar os picos de enchentes.

As seções transversais mais críticas em relação a implantação de obras de engenharia estão localizadas ao longo dos perfis longitudinais dos córregos do Sangradouro e do Renato, com valores de velocidade médio do fluxo baixa e reduzida capacidade do canal. Com menores impactos por obras estão os córregos do José Bastos e canal das Fontes. Já esse último apresenta melhores condições para escoamento do fluxo (valores de vazão média entre 0,83 a 4,26 m³/s), pois a capacidade do canal manteve-se proporcional de montante a jusante apresentando pouca variação na redução da capacidade do canal.

Os canais fluviais que mais respondem negativamente com alterações das seções transversais, tais como redução da capacidade do canal e diminuição da eficiência do fluxo, são os córregos do Sangradouro e do Renato, cujas bacias de drenagem se encontram bastante atingidas pela urbanização. Nota-se também que ao longo destes dois cursos fluviais as seções transversais sofrem enchentes que extravasam o leito do canal durante chuvas intensas, prejudicando as condições de vida da população do entorno. Várias seções transversais desses dois canais apresentam obras de engenharia, por isso valores tão altos para área da seção molhada e valores tão baixos para vazão (Tabela 03 e 05).

Em síntese, pode-se relacionar três aspectos cruciais devido às mudanças que vêm ocorrendo nos canais estudados: o primeiro é que as obras de engenharia estrangulam as seções transversais, reduzindo a área da capacidade do canal; o segundo é referente ao transporte de sedimentos que ocorre com grande intensidade durante períodos de alto índice de pluviosidade, reduzindo a capacidade do canal (Tabela 01); o terceiro é que as inundações estão diretamente associadas aos pontos obstruídos a jusante, causando irregularidades na eficiência do fluxo em transportar sedimentos, e fluir com mais facilidade através da seção transversal do canal.

A partir dos aspectos supramencionados recomenda-se alguns itens para estudos posteriores:

- Uma metodologia que leve em conta o estudo a jusante das obras de engenharia implantadas no canal, pois os trabalhos já realizados somente consideram a redução da profundidade média do canal e aumento da largura e, conseqüente, elevação do nível do fluxo a montante das obras de engenharia;
- A utilização de metodologias variadas será necessária para novas investigações com finalidade de evoluir o conceito de “mudanças dos canais” através de impactos da urbanização;
- Mapeamento em escala de detalhes toda malha urbana, com traçado de perfil longitudinal dos canais e declividades;
- Mapeamento das enchentes nos locais de ocorrência através de investigação histórica e comparação com os pontos de seções transversais obstruídas;
- Monitoramento e preservação das margens naturais, através de processos de urbanização não prejudiciais à dinâmica fluvial.

Assim, considera-se que o presente estudo conseguiu comprovar através de pesquisa de campo e à luz a literatura técnico-científica que as intervenções antrópicas na bacia hidrográfica interferem na dinâmica fluvial gerando conseqüências negativas como enchentes. As obras de engenharia implantadas diretamente nos canais fluviais tanto aceleram quanto intensificam o efeito das enchentes urbanas, fato analisado a partir dos parâmetros geométricos dos canais. A falta de política voltada para a captação e tratamento do esgoto despejado *in natura* nos cursos fluviais oferece um risco em grande escala à saúde da sociedade, principalmente, no período chuvoso quando ocorrência de enchentes é mais frequente e o contato das pessoas com água contaminada pode levá-las a contrair doenças infecciosas. Portanto, o planejamento urbano associado à urbanização adequada dos canais fluviais até de mais nada devem respeitar toda dinâmica que ocorre na bacia hidrográfica visando mitigar os eventos negativos que coloca em risco o bem estar da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os trópicos**. (Trad. de Maria Juraci Zani dos Santos). 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 332 p.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 280 p.

- CAPRA, F. **O Ponto de Mutação**. Trad. de Álvaro Cabral. 23 ed. São Paulo: Cultrix, 1987.
- CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: UFG, 1995.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo. Hucitec, 1979.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionado pela urbanização no mundo tropical. In: SOUZA, M. A. A.; SANTOS, M.; SCALARTO, F. C. e ARROYO, M. **Natureza e Sociedade de hoje: uma leitura geográfica**. 4 ed. São Paulo: Hucitec, 2002.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: Cunha, S. B. da; Guerra, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia Fluvial**. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. da (Orgs.). Geomorfologia: uma atualização de base e conceitos. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. da (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- EBISEMIJU, F. S. The response of headwater stream channels to urbanization in the humid tropics. **Processos Hidrológicos**. Vol. 3, Ondo, Nigéria: Departamento de Geografia, 1989. 237-253 pp.
- IBGE. Censo Demográfico 2000. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento: manual de observações meteorologia**. 3 ed. Brasília: INMET, 1991.
- LUZ, J. S. et al. (coord.). **Projeto Província Serrana: Relatório Final**. V. 1. CPRM/DNPM: Goiânia, 1978.
- MIRANDOLA, P. H. Cáceres MT - passado histórico, presente transformações. **E o futuro?** Revista de geografia. Dourados. Nº 3. junho/agosto - 1996. AGB. 47-50 pp.
- MUSETTI, R. A. **Da Proteção Jurídico Ambiental dos Recursos Hídricos**. Leme : LED, 2001.
- PROJETO RADAMBRASIL. **Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e uso Potencial da Terra**. Ministério das Minas e Energia, Folha Cuiabá. SD 21. V. 26. Rio de Janeiro, 1982.
- SOUZA, C. A. (1998). **Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga-MT: Avaliação da dinâmica atual**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. RIMA, IIE, 2003.
- VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. da. **Mudanças na Rede de Drenagem Urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro)**. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. da (Orgs.). Geomorfologia: uma atualização de base e conceitos. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.