

DINÂMICA HIDROLÓGICA, MORFOLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA DOS CÓRREGOS URBANOS: FONTES E OLHOS D'ÁGUA – MATO GROSSO

Jean da Silva **CRUZ**

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
E-mail: jeasilcruz@hotmail.com

Célia Alves de **SOUZA**

Docente do Programa de Pós Graduação em Geografia/UNEMAT
E-mail: celialvesgeo@globo.com

Resumo: O objetivo do estudo foi avaliar a dinâmica hidrológica, morfológica e sedimentológica dos córregos: Fontes e Olhos d'Água de Cáceres em decorrência do processo de desenvolvimento urbano. Os procedimentos técnico-metodológicos adotados foram, primeiramente, um levantamento de cunho bibliográfico, utilizando-se das ideias de diversos autores, propondo um importante diálogo frente à temática proposta. Em seguida, utilizou-se de trabalho de campo para observação e para medição das seções transversais e coleta de material. Na análise de laboratório usou o método de evaporação para obtenção da concentração dos sólidos suspensos. Para fracionamento do material de fundo e de feições deposicionais em areia (grossa, média e fina), silte e argila, utilizou-se o método de pipetagem - dispersão total. Os resultados mostram que o processo de urbanização de Cáceres influenciou no equilíbrio dinâmico dos sistemas fluviais dos córregos urbanos. A expansão urbana não considerou as características geoambientais desse ambiente (córregos). Foram diagnosticadas nos córregos mudanças morfológicas, hidrológicas e sedimentológicas, resultantes do uso do solo.

Palavras Chaves: sistemas fluviais; córregos urbanos; expansão urbana

HYDROLOGICAL, MORPHOLOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL DYNAMICS OF URBAN STREAMS: FONTES E OLHOS D'ÁGUA - MATO GROSSO

Abstract: The objective of this study was to evaluate the hydrological, morphological and sedimentological dynamics of streams: Fontes and Olhos d'Água de Cáceres as a result of the urban development process. The technical-methodological procedures adopted were, first of all, a bibliographical survey, using the ideas of several authors, proposing an important dialogue in relation to the proposed theme. After that, field work was used for observation and for measuring the cross sections and collecting material. In the laboratory analysis used the evaporation method to obtain the concentration of the suspended solids. For the fractionation of the background material and depositional features in sand (coarse, medium and fine), silt and clay, the pipetting - total dispersion method was used. The results show that the process of urbanization of Cáceres influenced the dynamic balance of river systems in urban streams. The urban expansion did not consider the geoenvironmental characteristics of this environment (streams). Morphological, hydrological and sedimentological changes resulting from the use of the soil were diagnosed in the streams.

Keywords: fluvial systems, urban streams, urban expansion

DINÁMICA HIDROLÓGICA, MORFOLÓGICA Y SEDIMENTOLÓGICA DE LOS ARROYOS URBANOS: FONTES Y OLHOS D'AGUA - MATO GROSSO

El objetivo del estudio fue evaluar la dinámica hidrológica, morfológica y sedimentológica de los arroyos: Fontes y Olhos d' Agua de Cáceres como consecuencia del proceso de desarrollo urbano. Los procedimientos técnico-metodológicos adoptados fueron, primero, un levantamiento de cuño bibliográfico, utilizando las ideas de diversos autores, proponiendo un importante diálogo frente a la temática propuesta. A continuación, se utilizó de trabajo de campo para observación y para medición de las secciones transversales y recolección de material. En el análisis de laboratorio utilizó el método de evaporación para obtener la concentración de los sólidos suspendidos. Para el fraccionamiento del material de fondo y de las características depositarias en arena (gruesa, media y fina), silte y arcilla, se utilizó el método de pipeteo - dispersión total. Los resultados muestran que el proceso de urbanización de Cáceres influyó en el equilibrio dinámico de los sistemas fluviales de los arroyos urbanos. La expansión urbana no consideró las características geoambientales de ese ambiente (corrientes). Se diagnosticaron en los arroyos cambios morfológicos, hidrológicos y sedimentológicos, resultantes del uso del suelo.

Palabras claves: sistemas fluviales; corrientes urbanas; expansión urbana

INTRODUÇÃO

Ao longo desses últimos cinco séculos, as intensificações e as influências das ações humanas nos rios constituintes da bacia de drenagem face ao crescimento urbano, têm aumentado e consolidado de forma contínua e impactante, implicando concomitantemente em seu equilíbrio dinâmico (BIGARELLA, 1990; CUNHA, 2008, 2011). Mais de 5.500 anos desde o surgimento das primeiras cidades, os cursos de águas foram o principal fator geográfico de sua localização, por conseguinte, ao longo desses séculos, a cidade é a principal construção humana que interfere de forma impactante, direta ou indiretamente nos rios que a constituem (BRAGA, 2003).

Nas afirmações de Poletto e Laurente (2008), o processo de urbanização advindo de um maior contingente populacional vivendo nas cidades, constitui-se como uma força ambivalente desse processo civilizatório (ganhando maior expressão com a ascensão do sistema capitalista de produção, via Revolução Industrial ocorrida na metade do século XVIII). Se trouxe benefícios, em contrapartida trouxe dilemas atinentes ao comprometimento dos ambientes naturais, ou seja, repercutindo em múltiplos impactos ambientais urbanos, sobretudo naqueles voltados aos recursos hídricos (GALLO, 1995; ALVES, 1997; COELHO, 2011; BOTELHO, 2011). A interação rios e cidades torna-se atualmente uma preocupação de cunho ambiental (CUNHA; GUERRA, 2009) ou, conforme Mendonça, (2001; 2004) preocupação de cunho socioambiental.

O marco inicial de sua fundação e, posteriormente, o desenvolvimento urbano de Cáceres, estão inseridos em um contexto sócio histórico, sendo destacado em diversos trabalhos (CÁCERES, 1995; 2010; CARVALHO, 2001; MORAES, 2003; JANUÁRIO, 2002; SOUZA 2004; HIGA, 2005; MENDES; 2009 2010; CHAVES, 2011). Esses processos estão envolvidos em um conjunto dinâmico e complexo, concomitantemente às ressignificações referentes à produção socioespacial em suas múltiplas escalas e agentes sociais.

Assim como na situação de inúmeras cidades brasileiras, a cidade de Cáceres desenvolveu-se na margem esquerda do rio Paraguai, o qual, por muito tempo, foi o principal meio de acesso para a cidade e para Mato Grosso, no processo de organização do território no Estado. Destaca-se como importante via de circulação, comunicação e fonte de abastecimento, favorecendo o processo de ocupação e no surgimento dos *aglomerados fluviais* estratégicos tais como Corumbá, Cuiabá e Cáceres ao longo de sua rede de drenagem (AZEVEDO, 1992; MENDES, 2009; 2010).

Os rios funcionam como canais de escoamento, não somente de água, mas são o principal agente no transporte de materiais e/ou sedimentos intemperizados em suas diferentes formas, sejam materiais dissolvidos em suspensão (de granulação pequena e leve silte/argila) sejam os mais grosseiros (areia e cascalho). Fica evidente que os rios, frente à sua atuação no ambiente, estão além de um simples destino final das águas pluviais, são mais um elemento dinâmico e atuante no processo de erosão, transporte e deposição de sedimentos, mesmo em ambiente urbano (CUNHA, 2010; CHRISTOFOLETTI, 1980).

Deve-se considerar a interação exercida pela força desse fluxo, resistência dos materiais aluviais, que se responsabilizará enquanto o principal agente para o equilíbrio entre as forças erosivas e os processos deposicionais de material no leito e nas margens; bem como na compreensão da evolução e mudanças na morfologia e nas redes de drenagem dos canais (CHRISTOFOLETTI, 1980; GRISON; KOBİYAMA, 2011).

Sendo assim, as mudanças fluviais, sobretudo as de caráter morfológico e/ou de geometrias dos canais, estão associadas ao crescimento urbano nas regiões tropicais, fato esse que vem ocorrendo de forma desordenada. Torna, portanto, a manutenção desse ambiente muito complexa, relacionada com as sucessivas transformações no uso do solo urbano nas cidades, onde a avaliação das mudanças morfológica e/ou geometria do canal nas áreas urbanas contribuem à identificação de pontos críticos, com objetivo de subsidiar projetos de planejamento, restauração e recuperação dos canais (CUNHA E VIEIRA, 2010;).

Algumas pesquisas foram realizadas sobre os efeitos da urbanização de Cáceres nos córregos fluviais urbanos e, dentre elas, podemos destacar: Aguiar (2005); Rosestolato Filho

(2006); Campos et al. (2010); Justiniano e Leandro (2010); Souza et al. (2010); Mariano et al. (2011); Barros e Souza (2012).

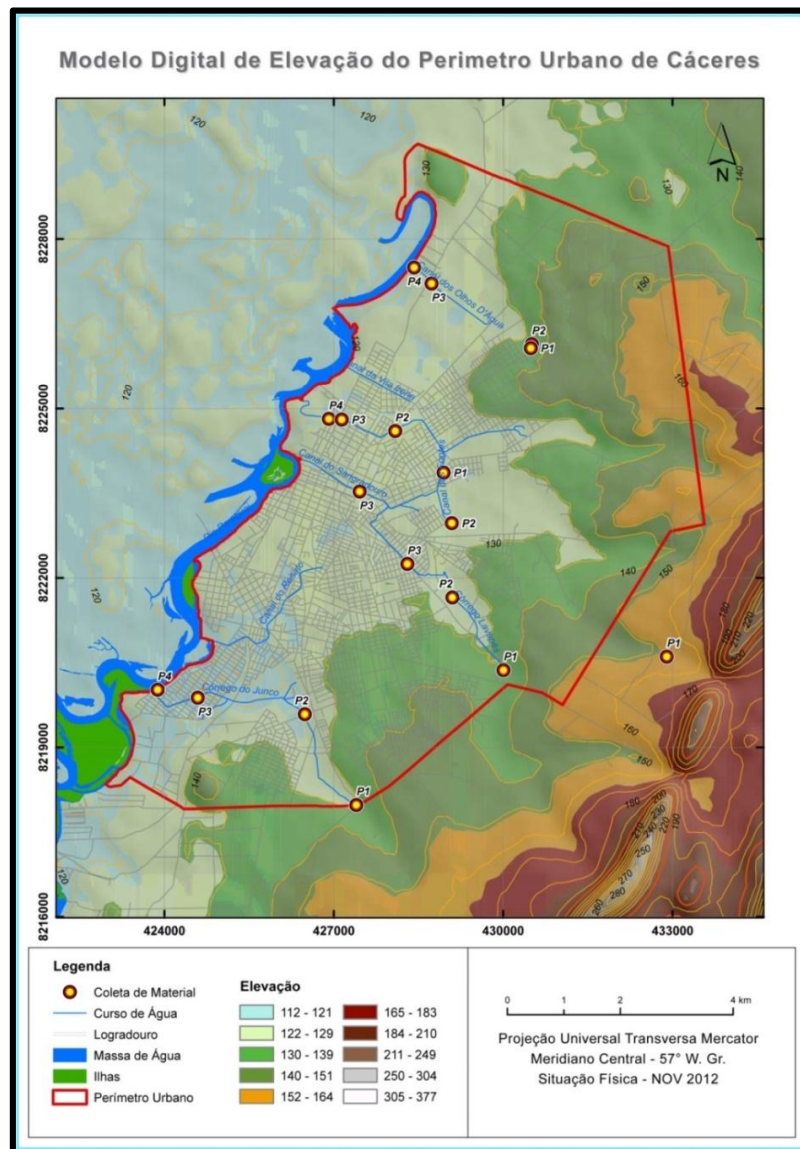
O objetivo do estudo foi avaliar a dinâmica hidrológica, morfológica e sedimentológica dos córregos de Cáceres: Fontes e Olhos d' Água, em decorrência do processo de desenvolvimento urbano.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

Os córregos Fontes e Olhos d' Água encontram-se no perímetro urbano de Cáceres, no sudoeste do estado de Mato Grosso (figura 1).

Figura 01: Área de estudo e os pontos de coletas de amostra nos canais urbanos.



Fonte: os autores

Procedimentos técnicos e metodológicos

Trabalho de campo

Segundo Ross e Fierz (2005), essa etapa pode ser dividida em três momentos: primeiramente, caracteriza-se pela observação e pela descrição dos fatos de maior precisão possível; a segunda etapa é referente à interpretação de imagens de satélites para construir mapas, e a terceira etapa refere-se à produção de ensaios de campo em experimentos.

a) Análise morfológica dos córregos Fontes e Olhos d' Água

Os métodos empregados para analisar os comportamentos dos canais e/ou córregos, quanto às suas morfodinâmicas, sobretudo em ambiente urbano, têm sido apresentado em diversos trabalhos, como em Leopold e Maddock (1953), Leopold (1968), Lucas e Cunha (2007), Cunha (2008, 2009, 2010), Galvão (2008) e Vieira e Cunha (2008 e 2011).

Neste estudo, adotamos a proposta metodológica apresentada por Cunha (2008, 2009 e 2010), que indica importantes processos metodológicos nas análises das mudanças dos ambientes fluviais, entendido neste trabalho como as alterações hidrológicas; morfológicas e sedimentológicas. Para este estudo, alguns procedimentos foram traçados:

- ✓ As elaborações dos perfis topográficos foram geradas pelo software Global Mapper 10.01®, com a ferramenta *3D Path Profile/LineofSightTool*, à qual é traçado no local desejado e o perfil é gerado automaticamente.
- ✓ Monitoramento da seção transversal de vários pontos dos córregos Olhos d'Água, Fontes, Sangradouro, Lava-pés e do Junco, que foram numerados e/ou georreferenciados da montante para jusante;
- ✓ Cada uma das seções transversais consistiu na determinação da largura e profundidade; nível da água e da velocidade do canal e para calcular a área na seção transversal e foi adotada a fórmula: $A = L \times P$. Sendo que $A =$ Área da seção; $L =$ Largura do canal; $P =$ Profundidade média;
- ✓ Monitoramento da vazão que utilizou a medição da velocidade do fluxo com o molinete fluviométrico. Para obter o cálculo da vazão, utilizou-se a seguinte fórmula: $Q = V \times A$, sendo que, $Q =$ Vazão; $V =$ Velocidade das águas; $A =$ Área.

b) Coletas de amostras (sedimentos)

Amostras de sedimentos de fundo e em suspensão foram coletadas ao longo do perfil longitudinal dos córregos urbanos.

- **Coleta de material de fundo:** as amostras de sedimentos de fundo coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos de 1kg, e transportadas ao Laboratório de Pesquisa e

Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF) da Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT, onde foi realizado o processo de análise laboratorial.

- **Coleta da carga suspensa:** a carga suspensa foi coletada com um mostrador pontual denominado garrafa de Van Dorn.

e) Análise de laboratório

Essa etapa foi utilizada a partir dos procedimentos, estabelecimento dos métodos de análises:

- **Método de peneiramento:** para o fracionamento das partículas do material de fundo em areia, foi utilizado método de peneiramento. A fração de areia separada pelo método de dispersão total; foi secada em estufa a 120°C, passando posteriormente por processo mecânico de peneiramento no Agitador Eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos.

O material retido em cada uma das peneiras foi submetido à pesagem separadamente, determinando as frações em areia (grossa, média e fina) (EMBRAPA, 1997, p. 27-31).

- **Método de pipetagem (dispersão total):** para fracionamento do material de fundo determinando, o teor de silte/argila, foi utilizado o método de pipetagem - dispersão total segundo as determinações da (EMBRAPA, 1997, p. 27-31).

C) Análise da carga de sedimentos transportados em suspensão

A análise da carga em suspensão em g/L em cada ponto foi realizada com o auxílio do método de filtragem e pesagem dos filtros (MELO, 1975). Para quantificar esse material, é separada 1 L de amostra total que será filtrada em cadinho munido de filtro de fibra de vidro de 47 cm de diâmetro e 0,5 mm de abertura da malha (Microfiltro de fibra de vidro de 0,2µm – GF 52-C Ø 47mm).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O perímetro urbano da cidade é drenado por córregos urbanos de 1ª e 2ª ordem. Os córregos: Fontes e Olhos d' Água são intermitentes possuem suas nascentes na área rural, nos vales da Província Serrana e deságuam em canais secundários (baías) do rio Paraguai.

A geomorfologia de topografia plana, no caso onde desenvolveu a cidade de Cáceres, devido à baixa variação na amplitude altimétrica, dificulta o escoamento das águas e também influencia nos trabalhos dos córregos no que diz respeito ao transporte de sedimentos; e a geologia (Formação Pantanal e Grupo Alto Paraguai) contribuindo para aumentar a impermeabilidade.

Relacionado com a baixa declividade ao longo do perfil longitudinal dos córregos urbanos de Cáceres, ocorrem vários pontos de estrangulamento (pontes, aterros, manilhamentos, barramentos artificiais) e a gradação na calha, associados ao processo de sedimentação e entulhamento de materiais que aumentaram as irregularidades na calha.

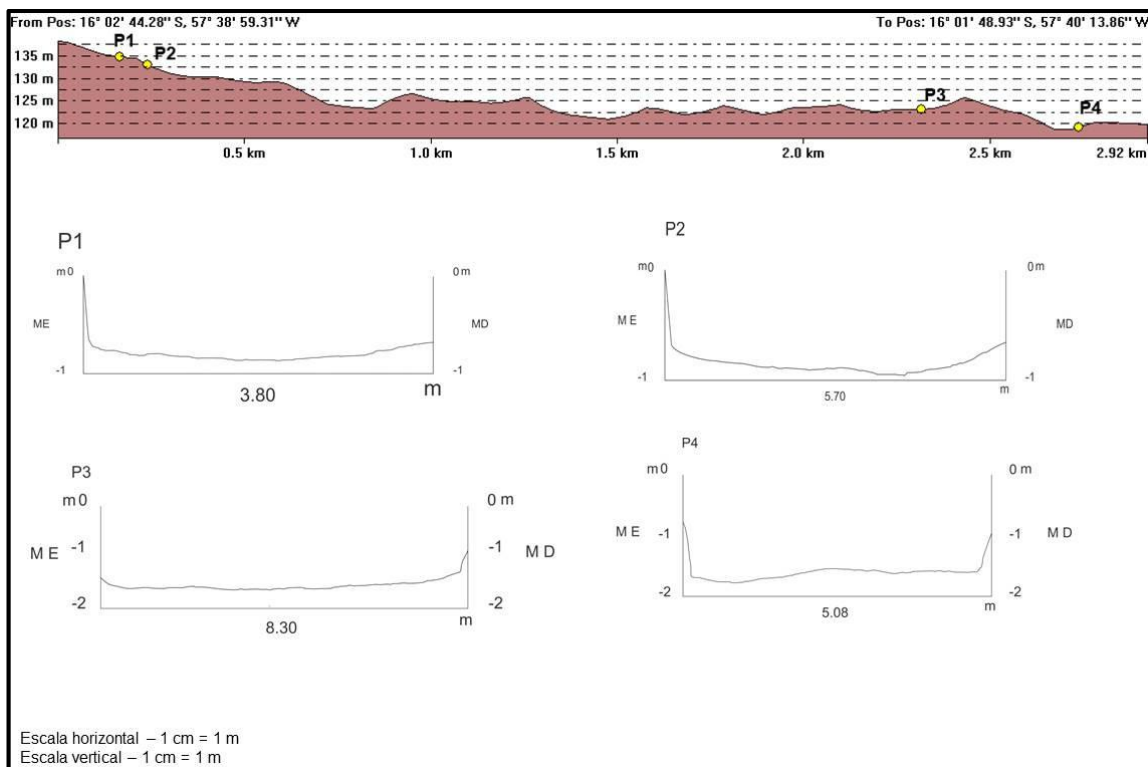
Os córregos urbanos de Cáceres têm sido fortemente impactados devido às sucessivas mudanças no uso da terra das bacias hidrográficas urbanas e uso direto dos canais urbanos como dragagem para desobstrução da calha; construção de pontes, lançamento de esgotos, restos de construção e lixo domésticos, além das obras de engenharia de retificação e canalização, principalmente no baixo curso.

Córrego Olhos d'Água

O córrego Olhos d'Água é intermitente, de primeira ordem, nasce no perímetro urbano de Cáceres, percorre áreas de pequenas e médias propriedades e deságua na baía do Felipinho, na margem esquerda do rio Paraguai.

Nesse córrego, foram monitoradas quatro seções transversais. A largura das seções variou entre 3.80 a 8.30 m e a profundidade da calha variou entre 0.56 a 1.57 m; quanto à capacidade do canal, houve variação ao longo do perfil longitudinal (tabela 1 e figura 2 e 3).

Figura 02 - Perfil longitudinal e as seções transversais córrego Olhos d'Água.



Fonte: os autores

O crescimento urbano contribuiu para o aumento da pressão exercida sobre o córrego Olhos d'Água, no entorno da nascente principal e ao longo de toda a extensão do córrego. A vegetação foi retirada para a construção de residências e implementação de pastagem.

Foram observadas algumas atividades realizadas diretas no canal, como construção de pontes, que criaram vários pontos de estrangulamento, dificultando o escoamento da água; construção de açudes, um tipo de represamento artificial do fluxo nas propriedades rurais, a água retida é usada para dessedentação do gado e para irrigação (cultivo de milho e melancia) nas pequenas e médias propriedades

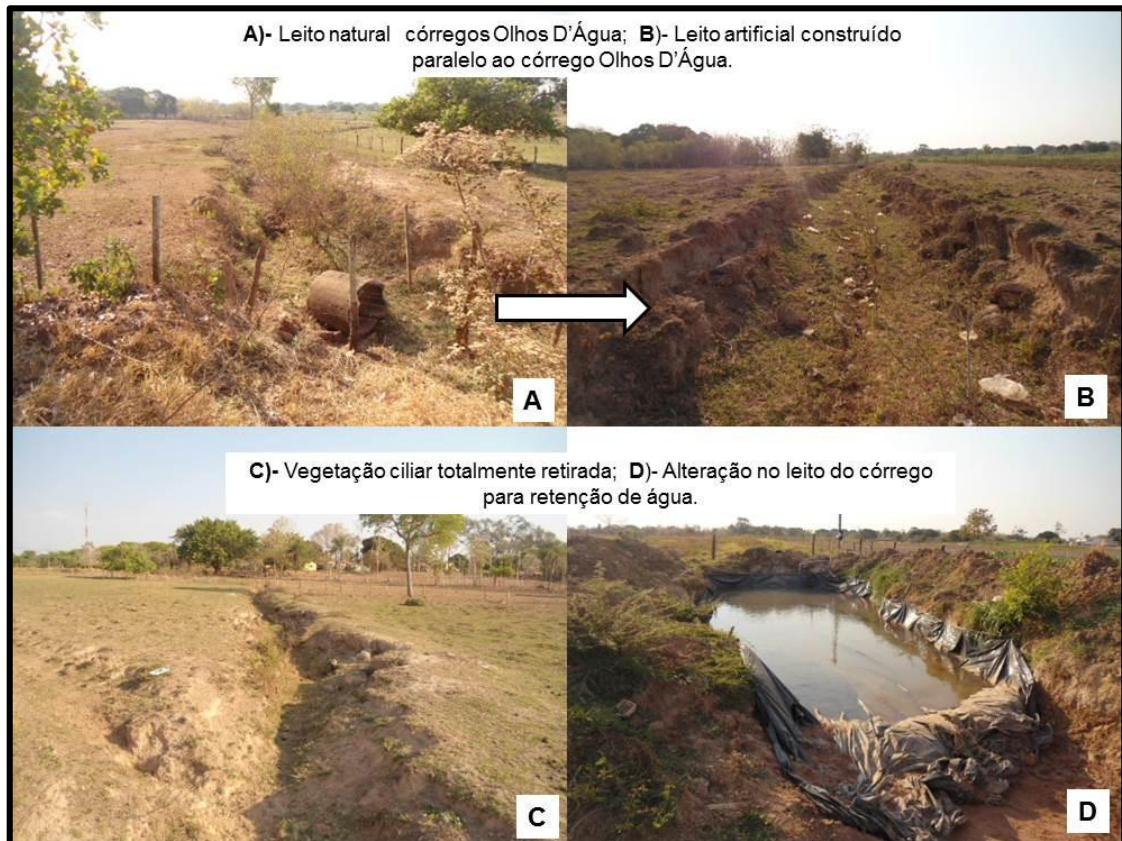
Em função do crescimento urbano na sua bacia hidrográfica, foi construído um canal artificial para receber toda água e todo o esgoto pluvial residencial, do projeto Minha Casa Minha Vida (bairro Jardim Aeroporto), paralelo ao curso d' água, desconsiderando o sistema de drenagem em que o canal está inserido. Observa-se que tais atividades desenvolvidas têm contribuído para as modificações em seu leito e forte erosão de suas margens que produz sedimentos para o córrego, embora possa destacar que essas mudanças, no aumento da capacidade do canal, estão relacionadas às ações diretas provocadas pelas atividades antrópicas.

O córrego principal passou por sucessivas alterações. O leito foi dragado para remoção de sedimentos, lixos e capim, provocando, assim, significativas mudanças na profundidade e largura da calha e na capacidade do canal, como foi diagnosticado nas S1, S2 e S3. Todos os anos, a Prefeitura Municipal de Cáceres faz a dragagem para a retirada de materiais para facilitar o fluxo da água (figura 3).

A análise granulométrica dos materiais de fundo transportado pelo córrego Olhos d'Água variou ao longo das seções transversais (tabela 1). Na seção 1, a granulometria dos sedimentos está assim distribuída: 16,65% de areia média, 18,45% de fração areia fina e materiais finos fração silte/argila com 64,35%. Verifica-se que nessa seção o córrego transporta sedimentos finos.

A decantação desse material fino, mesmo próximo da nascente a seção 1, pode estar relacionada à diminuição do fluxo da água, sabendo que esse córrego, quanto ao regime hidrológico, constitui-se de um canal intermitente. Outro fator é perda da declividade do canal, bem como as próprias barreiras naturais referentes à presença da vegetação e barreiras artificiais como estrada que cortam o córrego Olhos d' Água.

Figura 03- Principais alterações córrego Olhos d' Água



Fonte: os autores

Tabela 01: Composição granulométrica dos sedimentos de fundo transportado do Córrego Olhos d' Água.

CÓRREGO OLHOS D'ÁGUA								
Seção	Areia grossa		Areia média		Areia fina		Silte/Argila	
	g	%	G	%	G	%	g	%
1ª Seção Córrego Olhos d' Água Prox. nascente Bairro Olhos. D' Água	0,11	0,55	3,33	16,65	3,69	18,45	12,87	64,35
2ª Seção Córrego Olhos d' Água, Canal artificial	0,06	0,3	9,41	47,05	7,83	39,15	2,70	2,75
3ª Seção Córrego Olhos d' Água Prox. Foz com a Baía Felipinho.	0,21.	1,05	5,25	27,6	4,84	24,2	9,43	47,17

Fonte: os autores

A segunda seção corresponde a um canal artificial construído em paralelo ao canal natural do córrego Olhos d'Água. Nessa seção, o córrego apresenta uma densidade demográfica muito baixa. Na análise granulométrica, evidenciou-se a presença de materiais mais grosseiros, sendo 47,05% de areia média e 39,15% fração de areia fina e com menor proporção registra a presença de silte/argila com 13,5%.

A deposição de sedimentos grosseiros está associada à perda da competência de transportar sedimentos após o período chuvoso, pelo fato de o córrego ser intermitente. A perda da competência do córrego em transportar sedimentos grosseiros pode estar associada à diminuição da velocidade da água e a redução da declividade do terreno (CHRISTOFOLETTI, 1980; SUGUIO; BIGARELLA, 1990).

Segundo Araújo et al. (2005), as causas do assoreamento dos rios são provenientes de erosão de solos e movimentos de massa que deslocam via escoamento superficial, transportando os sedimentos para algum rio que drena a bacia. Para os autores, esse processo pode chegar ao rio de forma imediata ou pode levar algum tempo conforme a proximidade da área atingida.

Verificou-se a presença de bancos de sedimentos na calha do córrego, mostrando que possui capacidade de transportar sedimentos do período chuvoso e, ao diminuir o volume do fluxo no período de estiagem, contribuem para a formação de feições deposicionais e/ou banco de sedimentos. Cunha (2008) aponta que os rios, de modo geral, refletem a relação à carga de sedimentos, o grau e intensidade com as mudanças nos diferentes usos da terra na bacia de drenagem e as respostas frente a essas mudanças podem refletir de modo impactante o estado de equilíbrio e/ou estabilidade dos rios.

No que se refere à terceira seção, a composição granulométrica dos sedimentos de fundo encontra-se assim, distribuída: 27,6% de fração areia média, 24,2% de fração areia fina, 3,45%, com destaque para a presença de materiais finos silte/ argila 47,17%. Segundo Christofolletti (1980) e Suguio e Bigarella (1990), em direção à jusante a tendência da composição granulométrica dos sedimentos transportados é diminuir. Os autores relacionam esse processo pela diminuição da competência do rio, pois, com o aumento da profundidade a jusante, é associada à diminuição da declividade e a redução do cisalhamento e conseqüentemente da competência fluvial.

Canal dos Fontes

O Canal dos Fontes foi construído artificialmente pela Prefeitura municipal de Cáceres, na gestão de 01/01/1986 a 31/12/1988, com intuito de resolver problemas de escoamento da água, em um setor que estava ocorrendo o crescimento e expansão da malha urbana da cidade

de Cáceres, e assim tornou-se a principal rede de drenagem para escoamento de água das áreas antes alagadas.

Esse projeto estava ligado à obra de complementação urbana do projeto CURA II do Ministério de Desenvolvimento Urbano. Juntamente com o BNH (Banco Nacional de Habitação), desenvolveram ações de infraestrutura urbana na cidade, incluindo obras de pavimentação de vias públicas, meios-fios, sarjetas e galerias de água pluviais, que beneficiaram alguns bairros da cidade. Nesse projeto também estavam inclusas as ações direcionadas à drenagem urbana da cidade (MENDES, 2009).

O referido canal drena os seguintes bairros: Cavahada I, II, III, Betel, Vila Nova, Vila Irene, Santa Rosa, pois trata-se de um canal totalmente urbano, com residências e ruas próximas da calha e, em alguns trechos próximos das margens, existem olarias para fabricação artesanal de tijolos (figura 4), onde se registra o lançamento de detritos e dejetos diretamente no canal.

Figura 04- Fabricação de tijolos de forma artesanal Canal dos Fontes.



Fonte: os autores

A largura e profundidade do canal dos Fontes aumentou em direção à jusante, obtendo a capacidade do canal de montante para jusante na seção 1- 23,68 m², na seção 2 com 30,90 m² e na seção 3 com 73,95 m² (figura 4 e tabela 2). Nos trabalhos realizados por Aguiar (2005), verificaram-se mudanças na capacidade do canal entre o período seco (3,09%) e chuvoso (7,06%), nos anos de 2004 e 2005, que indicaram variação na capacidade do Canal dos Fontes.

Tabela 02- Seções transversais do córrego dos Fontes.

Canal dos Fontes	Larguras (m)	Profundidade média (m)	Capacidades do canal (m ²)
Seção 1	14,80	1.60	23,68
Seção 2	15,30	2.02	30,90
Seção 3	17,40	4,25	73,95

Fonte: os autores

O Canal dos Fontes sofreu várias alterações em sua morfologia e/ou geometria, devido à retificação e à dragagem do leito, pelas ações de manutenção dos canais urbanos, realizados pela Prefeitura Municipal que promove a retirada de sedimentos do canal, provocando o alargamento e o aprofundamento do canal na seção 1, seção 2 e na seção 3 (figura 4). A análise da composição granulométrica dos sedimentos de fundos do Canal dos Fontes mostrou a predominância de sedimentos finos nas seções 1 e 2 (tabela 3).

Na seção 1, houve a predominância de 72% de fração silte/argila e, na seção 2, predominou 73,05% de silte/argila. Porém, no baixo curso, prevaleceu material grosseiro, contrariando a tendência natural nas bacias hidrográficas que é ocorrência de material de granulometria fina.

A predominância de sedimentos grosseiros (2,5% de areia grossa, 85,25% de areia média e 8,95% areia fina) está associada à contracorrente do rio Paraguai, ou seja, as cheias do rio Paraguai, vinculadas à baixa declividade no baixo curso dos alguns afluentes, proporcionam propagação contracorrente até alguns quilômetros para montante dos afluentes.

Dessa forma, a ocorrência de sedimentos grosseiros, no baixo curso do Canal dos Fontes, está relacionada ao período de cheias do rio Paraguai, que propicia o transbordamento de água e de sedimentos. Essa seção encontra-se na altitude 112 metros, em ambiente com baixo declive em relação à Baía Comprida, onde deságua o Canal dos Fontes.

Tabela 3 - Composição granulométrica dos sedimentos de fundo transportado no Canal dos Fontes.

CANAL DOS FONTES								
Seção	Areia grossa		Areia média		Areia fina		Silte/Argila	
	G	%	G	%	G	%	G	%
Seção 01 Rua Joaquim Murinho Bairro Cavahada II	0,04	0,2	2,73	13,65	2,82	14,1	14,4	72
Seção 02 Bairro Vila Irene	0,04	0,2	1,72	8,6	3,61	18,05	14,61	73,05
Seção 03 Foz com a Baía Comprida margem esquerda do Rio Paraguai	0,50	2,5	17,05	85,25	1,79	8,95	0,65	3,25

Fonte: os autores

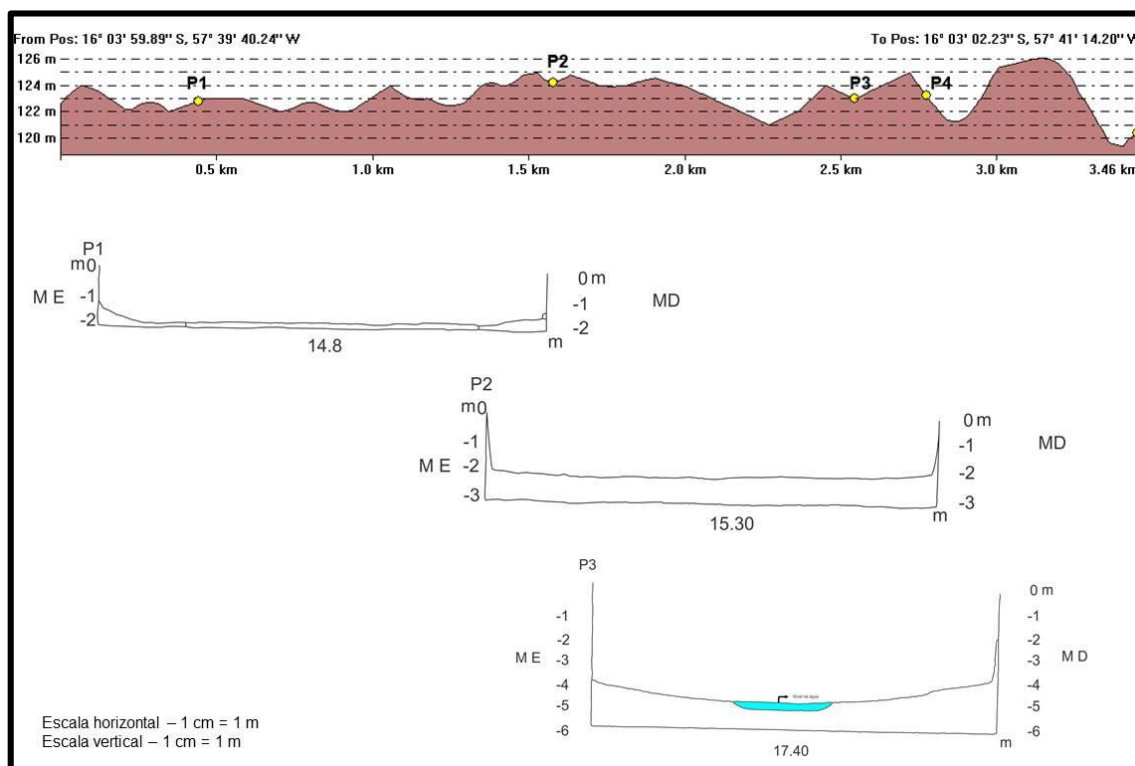
Paes et al. (2008) e Leandro e Souza (2012), ao relacionarem morfologia de canais e os materiais de fundo transportado na confluências dos rios em seus baixos cursos, revelam a complexidade desse ambiente, por ocorrer a combinação de matéria (água e sedimentos) e

energia (forças exercidas pelo fluxo) que desempenham organização importante dos fluxos e na dinâmica da carga sedimentar, fato esse que pode estar ocorrendo na confluência do canal dos Fontes com a Baía Comprida.

As irregularidades na apresentada, em sua calha ao longo do perfil longitudinal, principalmente o acúmulo de sedimentos (grosseiro) no baixo curso estão associadas à combinação de matéria (água e sedimentos) e energia (forças exercidas pelo fluxo), ou seja, contracorrente do rio Paraguai e também à própria obra de construção do canal que não respeitou a topografia do terreno (figura 5).

Na seção 3, observa-se a erosão intensa no fundo do leito que está contribuindo para a profundidade (4,25 metros), favorecendo o aumento da capacidade. Nessa seção, no período seco existe água no leito, mas a vazão é quase nula, devido à presença intensa de macrofitas aquáticas e capins. Vieira e Cunha (2008), analisando as mudanças morfológicas dos canais urbanos do alto curso do rio Paquequer, verificaram o aumento da capacidade do canal em decorrência de maior retirada de sedimentos do fundo do canal em três seções transversais do rio Cascata dos Amores.

Figura 5- Mudanças morfológicas nas seções transversais do canal dos Fontes



Fonte: os autores

No período chuvoso, o canal dos Fontes recebe grande quantidade de água, porém parte de toda essa água que chega ao canal tem dificuldades de ser escoada. O fluxo tem sido

prejudicado, de acordo com Aguiar (2005), pelo fato de que construções de pontes em tubos de concretos de um metro de diâmetro criam pontos de estrangulamentos e obstruem o livre escoamento da água; desse modo, contribuem para o processo de inundação de alguns bairros da cidade.

CONCLUSÃO

A partir dos estudos realizados, constataram-se as implicações do processo de urbanização de Cáceres no equilíbrio dinâmico dos sistemas fluviais dos córregos urbanos. A expansão urbana não considerou as características geoambientais desse ambiente, sobretudo no entorno dos córregos urbanos.

Foram diagnosticados nos córregos Fontes e Olhos d'Água mudanças morfológicas, hidrológicas e sedimentológicas, resultantes do uso do solo, iniciadas pelo desmatamento da mata ciliar ao longo do perfil longitudinal dos córregos, para desenvolvimento de algumas atividades como pecuária e agricultura; mas, principalmente, pelo processo de urbanização que gerou várias superfícies com solos expostos, propícios de serem transportados pelo escoamento superficial até os cursos de água.

As alterações morfológicas registradas nos córregos foram as seguintes: construção de barramentos artificiais no próprio leito, aterramento do leito maior, retificação do canal em alguns trechos, dragagem para aumentar a largura e profundidade da calha, e canalização.

Quanto às mudanças sedimentológicas registradas, estão associadas à carga de sedimentos. Foram encontrados vários bancos de sedimentos no leito dos córregos, registrando a predominância de sedimentos grosseiros (areia média e areia fina) nas seções transversais.

Trabalho enviado em Janeiro de 2018
Trabalho aceito em Abril de 2018

REFERÊNCIAS

- ALVES, H. P. F. **Bacias do Piracicaba e Capivari**: análise de sub-regiões e aplicabilidade dos conceitos de desenvolvimento sustentável capacidade de suporte (hídrico). 127p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Estadual de Campinas, 1997.
- ARAÚJO, G. H. S. et al. **Gestão ambiental em áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2005. 320p.
- AZEVEDO, A. Vilas e cidades do Brasil colonial. In. **Revista Terra Livre**. São Paulo. n. 10. jan.-jun., 1992. 23-78p.

BARROS, R. L.; SOUZA, C. A. Avaliação do grau de degradação e impactos associados na Bacia Hidrográfica do córrego Sangradouro, Cáceres – MT. In: **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS**, n. 16, ano 9, nov. 2012. 71-91p.

BRAGA, R. Planejamento urbano e recursos hídricos. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. (Org.) **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: LPM/Deplan/IGCE-Unesp, 2003.p. 113-128.

BRASIL. **Empresa Brasileira e Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**. Manual de métodos de análises de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA solos, 1997. 212 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD. 21 – Cuiabá: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Secretaria Geral. Rio de Janeiro, 1982. 544 p.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2011. 71- 110p.

CÁCERES, P. M. **O plano diretor do município de Cáceres-MT**: desenvolvimento urbano/rural e gestão municipal, 1995. 465 p.

_____. **Plano Diretor de Desenvolvimento**, 2010. 96 p.

CAMPOS, et al. Córrego Sangradouro município de Cáceres: uma visão ambiental. In: **Anais. XI Semana de Geografia – Geografia: debates epistemológicos, cultura e meio ambiente da UNEMAT, Cáceres/MT, Brasil**, de 08-12 de novembro de 2010. 01-07p.

CARVALHO, C. G. de. **Mato Grosso terra e povo**: um estudo de geo-história. Cuiabá: Edições Verde pantanal, 2001.

COELHO, N. C. M. Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: Guerra, T. J. A. CUNHA, B. S. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2011. 19-43p.

CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008a. p. 211 – 234.

_____. Morfologia dos canais urbanos. In: POLETO, C. (Org.). **Ambiente e sedimentos**. Porto Alegre: Editora ABRH, 2008b. 329-356p.

_____. Geomorfologia fluvial. In: Cunha S. B.; Guerra. A. J. T. (Org.) **Geomorfologia**: exercícios, técnicas e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2009. 157-188p.

_____. Canais fluviais e a questão ambiental. In. CUNHA, B. S.; GUERRA, T. J. A (Org.). **A questão ambiental**: diferentes abordagens. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010 a. 219-237p.

_____. Morfologia dos canais urbanos nos trópicos úmidos: a experiência no Brasil. In: **Anais**. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra, maio de 2010b. 1-14p.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. (Org.). 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 337-379.

CHAVES, O. R. Império português: o marco de Jauru e a povoação fronteiriça de vila Maria do Paraguai, século XVIII. In: CHAVES, O. R.; ARRUDA, E. F. (Org.). **História e memória: Cáceres**. Cáceres/MT: Editora UNEMAT, 2011.11-35p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980. 188 p.

CRUZ, J. S.; ET. AL. Questão urbana na bacia do Alto Paraguai: breves considerações sobre desenvolvimento urbano em Cáceres, Mato Grosso. In: Congresso de Iniciação Científica, 5. (JC), 2013, Cáceres/MT. **Anais...** Cáceres/MT: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PRPPG, 2013. v. 8 (2013). Cód. 9651. ISSN ONLINE 2237-9258. CDROM 2178-7492.

DURÃO, A. M.; MELO, S. L. Furo direcional como alternativa minimizadora de impactos ambientais na implantação do gasoduto Bolívia Mato Grosso, na travessia da Província Serrana, Cáceres, Mato Grosso, Brasil. In: **Anais**. Congresso Nacional de Geografia, Havana, Cuba, 2001.

GALLO, Z. **A proteção das águas, um compromisso do presente com o futuro: o caso da bacia do rio Piracicaba**. 1995. 147p. Dissertação (Mestrado em Geociência). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1995.

GALVÃO, R. S. **Drenagem urbana e planejamento ambiental: vale do Rio João Mendes (Niterói/RJ)**. 2008. 70p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2008.

GRISON, F.; KOBIYAMA, M. Teoria e aplicação da geometria hidráulica: revisão. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n.2, p.25-38, 2011.

HIGA, S. C. T. Expansão ocupacional e construção geográfica do território. In: MORENO, G. HIGA, S. C. T (Org.). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Editora: Entrelinhas, 2005. 18-33p.

JANUÁRIO, E. R. S. **Caminhos da fronteira: Educação e diversidade em escolas da Fronteira Brasil Bolívia**. (Cáceres/MT). Cuiabá. UFMT/IE. 2002.

JUSTINIANO, L. A. A.; LEANDRO, G. R. S. Análises das mudanças do uso do córrego Sangradouro – MT. In: **Anais**. 1º I Seminário do Meio Ambiente Urbano, Cáceres, MT, 31 a 02 de junho, 2010, Brasil. Evento realizado pelo Departamento de Direito e de Geografia, DAN, Evelin et al. Cáceres, MT: Unemat, 2010. 137-144p.

LEOPOLD, L. B. **Hydrologic for urban land planning: a guideboock on the hydrologic effects of urban land use**. U. S. Geol. Survey Circular, (554), 1968. p. 1-18.

LEOPOLD, L. B.; MADDOCK, T. **The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications**. UnitedStatesGeologicalSurvey, Prof. Paper, 1953.252, 56p.

LUCAS, L. M.; CUNHA, S. B. Rede de drenagem urbana em área tropical: mudanças na morfologia do canal e níveis de poluição das águas – Rio dos Macacos – Rio de Janeiro – RJ. In: **Revista GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 22, 2007. p. 39-64.

MATO GROSSO. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO. Mato Grosso em números. ed. 2010. Cuiabá-MT. Central de Texto, 2011. 139 p.

MELO, U., SUMMERHAYES, C.P., ELLIS, J.P. 1975 Salvador to Vitoria, Southeastern Brazil. **Contr. Sedimentology** 4:78-116. Stuttgart.

MENDES, N. F. **História de Cáceres**: história da administração municipal. 2. ed. Cáceres/MT: Editora Unemat, 2009.

MENDES, N. F. **História de Cáceres – tomo II**: origem, evolução, presença da força armada. Cáceres/MT: Editora UNEMAT, 2010. 37p.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. In: **Revista Terra Livre**. São Paulo. n. 16. 1º semestre/2001. 113-132p.

MENDONÇA, F. S. A. U – Sistema socioambiental urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, F. (Org.). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Editora UFPR, 2004. 209-218p.

MORAES, M. F. M. L. **Vila Maria do Paraguai**: um espaço na fronteira 1778-1801. 140p. Dissertação. (Mestrado em História) Instituto de Ciências Humanas e sociais – História). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2003.

PAES, R. J. ET. AL. Dinâmica e morfologia do canal de confluência dos rios Paraná e Paranapanema pelo método do mapeamento temporal. **Geografia, Londrina**, v. 17. n. 2, p. 37-47, jul./dez. 2008.

POLETO, C.; LAURENTE, A. Sedimentos urbanos e corpos d' água. In: POLETO, C (Org.). **Ambiente e sedimentos**. Porto Alegre: Editora ABRH, 2008. 109-149p.

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M. Algumas técnicas de pesquisa em Geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: N** São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 69-84.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiaimã-MT**. 173p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Janeiro, RJ, 2004.

SOUZA, C. A. Bacias contribuintes do rio Paraguai no trecho entre Cáceres e a Ilha de Taiaimã. In: **Anais. XI SEMANA DE GEOGRAFIA – Geografia: debates epistemológicos, cultura e meio ambiente da UNEMAT**, Cáceres/MT, Brasil, de 08-12 de Novembro de 2010.1-12p.

SOUZA, C. A. ET. AL. Sistema hidrográfico do rio Paraguai – MT. In: SOUZA, C. A. (Org.). **Bacia hidrográfica do rio Paraguai – MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental.** São Carlos/SP: Editora Cubo, 2012. 13- 22p.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial.** 2. ed. Florianópolis: ed. UFSC, 1990. 183 p.

TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes. In: TUCCI, C. E. M. et al. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** 3. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2004. 621-653p.

_____. **Gestão das inundações urbanas.** Porto Alegre. Curso de Gestão das inundações urbanas, 2005. 197p.

UN-HABITAT. **State of the World's Cities 2008/2009: HARMONIOUS CITIES.** In. United Nations Human Settlements Programme/ Un-Habitat, 2008. 280p. Disponível em:<<http://www.unhabitat.org>>. Acesso em. 01 ago. 2013.

VIEIRA, V. T.; CUNHA. S. B. Mudanças na morfologia dos canais urbanos: Alto curso do rio Paquequer, Teresópolis – RJ (1997 – 2001). In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n. 1, 2008. p. 3-22.

_____. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). 8. ed. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B.(Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.p.111-145.