

**BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PIRAPUTANGA, CÁCERES,
MATO GROSSO – BRASIL: CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E
DINÂMICA FLUVIAL**

**HIDROGRAPHIC BASIN OF PIRAPUTANGA RIVER, CÁCERES, MATO
GROSSO, BRASIL: ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION THE
FLUVIAL DYNAMICS**

Célia Alves de Souza

Geógrafa. Doutora em Geografia pela UFRJ. Professora no Departamento de Geografia e Orientadora do Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Ciências Ambientais na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT
celiaalvesgeo@globocom

Juberto Babilônia de Sousa

Engenheiro Agrônomo. Doutorando em Geografia pela UFF. Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus de Cáceres – IFMT
jubertobabilonia@yahoo.com.br

RESUMO

A pesquisa objetivou avaliar a dinâmica fluvial na bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga, município de Cáceres, sudoeste do Estado de Mato Grosso, afluente da margem esquerda do rio Paraguai. A caracterização dos fatores ambientais (clima, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso do solo) que interferem indiretamente na dinâmica fluvial foi realizada por intermédio de consulta à literatura e à confecção de mapas temáticos a partir de cartas topográficas (1:100.000), imagem de satélite LANDSAT (1:100.000) e fotografias aéreas (1:60.000), além da compilação de alguns mapas temáticos existentes. A avaliação da dinâmica das margens baseou-se na observação direta, mediante o monitoramento da erosão, de coleta e de análise da composição granulométrica dos sedimentos das margens e do talvegue, bem como, da quantificação da erosão às margens do Córrego Piraputanga. O método do pino mostrou-se eficaz para medir o recuo das margens, mesmo se tratando da única campanha de medição após o período de cheias. A caracterização ambiental apresentou as seguintes formações geológicas: Araras, Raizama e Sepotuba e aluviões. Quanto aos aspectos geomorfológicos, possui a superfície dissecada, a depressão e a superfície de acumulação. Foram classificados três tipos de solos: Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos, Gleissolos Háptico Eutróficos e Neossolos litólicos. A cobertura vegetal destaca-se por quatro características principais: campos e cerrados, matas tropicais, matas galerias e mata de várzea. Os resultados de campo mostraram que o valor para profundidade média do canal varia de 0,20 a 0,73 cm; a largura variou de 1,85 a 12,58 m e a velocidade de 0,10 a 0,98 m/s. A erosão variou de 1 a 20 cm em sete meses.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, fatores ambientais, dinâmica fluvial.

ABSTRACT

This research was conducted evaluates the fluvial dynamics in the hidrographic basin of Piraputanga River, Cáceres, southwestern of Mato Grosso State, tributary of the left border of Paraguai River. The characterization of the environmental factors (climatic characteristics, geology, geomorphology, types of soil, distribution of vegetation and soil use), which interfere indirectly on the fluvial dynamics, was carried out through the literature about the region and making schematic maps, based on topographic maps (1:100.000) satellite images LANDSAT (1:100.000) and aerial photography (1:60.000), as well as some thematic maps. The border dinamic evaluation was based on direct observations, through erosion monitoring, collection and analysis of the granulometrical composition of the border and talwegue sediments and in the border erosion quantification. The pin method has shown is efficiency to measure the border backward, even being the single measuring after the inundation period. The environmental characterization showed the following geological formations: Araras, Sepotuba, Raizama and alluvium. As for geomorphological aspects has dissected the surface, depression and surface accumulation. Three types of soils were classified: Argissolos Dystrophic Red-Yellow, Gleissolos Eutrophic Haplic and Entisols. The vegetation highlighting four main features: fields and savannas, rainforests, gallery forests and lowland forest. The field work shows the average depht of the riverbed variance between 0,20 and 0,73 cm, wideness variance between 1,85 and 12,58 m and the flow speed was between 0,10 and 0,98 m/s. The erosion has varied between 1 and 20 cm during 7 months.

Key-words: Hidrographic basin, environmental factors, fluvial dynamics.

INTRODUÇÃO

A bacia de drenagem é uma unidade geomorfológica importante, pois nela interagem os fatores físicos, biológicos, econômicos e sociais. Sob o ponto de vista do autoajuste, pode-se deduzir que as bacias hidrográficas integram-se à visão de conjunto do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas. Mudanças significativas em quaisquer dessas unidades podem gerar alterações, como impactos à jusante e aos fluxos energéticos (CUNHA, 2008).

De acordo com Christofolletti (1981), a bacia hidrográfica apresenta características quanto à forma, à extensão e à conformação da superfície, as quais refletem os efeitos dos elementos do meio ambiente, representados principalmente pelo clima, relevo, geologia, solo, recursos hídricos e vegetação. A intensidade de variação de suas características determina o seu grau de complexidade.

As mudanças na morfologia do canal e na planície de inundação podem ocorrer naturalmente pela relação do regime hidrodinâmico (tipo de carga e a força exercida pelo

fluxo). A hidrodinâmica de escoamento nos canais meândricos gera processos geomorfológicos caracterizados pela contínua escavação da margem côncava e pela deposição da carga detrítica na margem convexa, com a relação entre o canal e as planícies aluviais adjacentes (LEOPOLD et al., 1964; ZANCOPE, 2008).

De modo geral, a magnitude da erosão às margens do Córrego Piraputanga depende de variáveis como clima, cobertura vegetal, geologia, geomorfologia, tipos de solo, uso do solo e as características da bacia de drenagem (hierarquia, densidade da drenagem e morfologia da calha, entre outras). Outros fatores podem ser considerados como a granulometria dos sedimentos, a geometria e a estrutura do barranco, as propriedades mecânicas do material, as características hidrodinâmicas do fluxo nas proximidades das margens e as condições climáticas.

Os estudos relacionados à dinâmica fluvial, nas últimas décadas, ganharam importância devido aos efeitos negativos representados pela perda de terrenos cultiváveis, pelo comprometimento ou pela destruição da estrutura de engenharia próxima ao leito do rio, pelo aumento no custo de projetos de dragagem e, principalmente, pelo comprometimento dos recursos hídricos (WALKER, 1999).

No que se refere aos estudos sobre a evolução marginal e ao processo de sedimentação, encontram-se as pesquisas de Destefani e Souza (2002), Rocha (1995) e Borges (2004), realizadas no Alto Rio Paraná; de Casado et al. (2002) no rio São Francisco e Castro (2005) no rio Araguaia; na Bacia do Alto Paraguai, de Silva et al. (2007), Souza (2004), Souza (2010), Souza e Cunha (2007), Justiniano (2010), bem como, dos Relatórios do Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS (1978).

O presente estudo objetivou realizar a caracterização ambiental (geologia, geomorfologia e tipos de solo) e analisar a dinâmica fluvial (vazão, erosão marginal, capacidade de transporte de sedimentos e tipos de sedimentos) da bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga, no município de Cáceres, Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga, com 170km² de extensão, situa-se no município de Cáceres, Estado de Mato Grosso, entre as coordenadas geográficas de 15° 57' e

mapas temáticos para a compilação de informações e o estabelecimento dos fatos neles representados, em especial, de trabalhos publicados pelo Projeto RADAMBRASIL (1982).

- **Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga**

Neste item, primeiramente, dividiu-se a bacia em cinco compartimentos de drenagem, considerando a litologia (arenito, calcário, folhelho e siltito, sedimentos antigos e sedimentos atuais) e a geomorfologia (vales anticlinais, vales sinclinais, depressão e planície de inundação). Para cada compartimento, foram avaliados os parâmetros morfométricos, a morfologia da calha e a dinâmica fluvial.

Parâmetros Morfométricos

A avaliação dos parâmetros morfométricos limitou-se à identificação da densidade de drenagem, densidade dos rios e índice de circularidade, contribuindo para definir o comprimento e o número de canais, assim como, a circularidade da bacia em cada compartimento hidrográfico.

Para calcular a densidade de drenagem utilizou-se a definição proposta por Horton (1945), podendo ser definida pela equação.

$$Dd = L_t/A$$

Onde: Dd = Densidade de drenagem, L_t = Comprimento total dos canais e A = Área da bacia.

Para obter a relação entre números de cursos d'água e área da bacia hidrográfica, utilizou-se a fórmula definida por Horton (1945):

$$Dr = N/A$$

Onde: Dr = Densidade de rios, N = Número total dos canais e A = Área da bacia considerada.

O índice de circularidade é a relação existente entre área da bacia considerada e a área do círculo de mesmo perímetro, podendo ser calculado pela seguinte fórmula.

$$Ic = A/A_c$$

Onde: Ic é o Índice de circularidade; A é a Bacia considerada; A_c é a Área do círculo de perímetro igual ao da bacia considerada.

- **Morfologia da Calha**

Nessa fase, os trabalhos de campo foram essenciais, quando foram realizadas as medições das seções transversais (valores para largura dos canais, profundidade e velocidade

dos fluxos) a cada quilômetro (42 km), ao longo da rede de drenagem, em cada compartimento.

As seções transversais foram medidas utilizando-se trena e fita métrica. A velocidade foi medida utilizando-se flutuadores (pequenas bolas), cronometrando o tempo transcorrido em 10 metros de comprimento.

O cálculo da área da seção transversal, no nível de margens plenas e na área da seção molhada, foi realizado de acordo com Cunha (2008), a partir da seguinte fórmula:

$$A = L \times P$$

Onde: A = Área da seção; L = Largura do canal; P = Profundidade média.

O resultado da descarga foi encontrado empregando-se a fórmula:

$$Q = L \times P \times V$$

Onde: Q = Descarga; L = Largura; P = Profundidade média; V = Velocidade média m/s. Os resultados foram analisados segundo os compartimentos lito-geomorfológicos.

Dinâmica das Margens

Compõe este item: a avaliação da dinâmica das margens; o monitoramento com medições diretas no campo e a análise em laboratório das amostras coletadas às margens do Córrego Piraputanga e no talvegue em laboratório.

As coletas das amostras de sedimentos às margens foram feitas em locais próximos, onde foram instalados os pinos, retirando-se superficialmente os sedimentos com pá, procurando não provocar grandes alterações nas margens. Para o monitoramento da erosão às margens da bacia hidrográfica, utilizou-se o método dos pinos de erosão e perfilagem.

Foram escolhidos oito pontos para a fixação dos pinos, considerando-se as características litológicas e geomorfológicas. O número de pinos foi definido de acordo com a instabilidade das margens, variando de um a quatro, totalizando 16 pinos, tendo, na superfície da margem, um ponto como referência (árvores, cercas, etc.). As pontas dos pinos foram pintadas sendo expostos de 5 a 10 cm.

As medições foram efetuadas depois das grandes cheias, durante o período de estiagem (junho – julho), momento em que os pinos estão expostos para o monitoramento, com auxílio de régua graduada e trena flexível.

A magnitude da erosão, após campanha de medição, foi calculada mediante a seguinte fórmula (FERNANDEZ, 1990):

$$Em=(L_1 - L_0)/t$$

Onde: Em = Magnitude da erosão (cm/mês); L1= Comprimento do pino exposto pela erosão (cm); L0= Comprimento exposto inicialmente (5 ou 10cm); t = Tempo transcorrido (meses) entre cada campanha.

Coleta de Material (sedimentos de fundo)

A coleta de sedimentos foi no período de estiagem, sendo que, em cada segmento, foi coletada uma amostra de sedimentos de fundo.

Na coleta dos sedimentos de fundo, foi utilizado o aparelho do tipo Van Veen (amostrador de mandíbulas). As amostras foram armazenadas em sacolas plásticas e etiquetadas com dados sobre a localização para posterior análise da granulometria. Os dados de composição granulométrica e erosão marginal foram quantificados.

Análise Granulométrica

As amostras das margens e de fundo foram analisadas no Laboratório de Solos, do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, segundo o método proposto por Folk e Ward (1967), usado por Souza (1998).

As amostras foram submetidas a peneiramento (peneira 2.0, 1.0, 0.5, 0.25, 0.125 e 0.062mm) e pipetagem. Para interpretação dos resultados granulométricos, empregou-se tratamento estatístico, segundo Folk e Ward (1967). Os parâmetros utilizados foram medianos, média, desvio padrão, assimétrica e curtose.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Caracterização dos elementos ambientais que compõem a bacia hidrográfica**

Para compreender a dinâmica fluvial na bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga e prever as futuras mudanças, é necessário conhecer os aspectos gerais do ambiente (clima, geologia, geomorfologia, solo, vegetação e uso do solo) e a sua dinâmica atual, considerando que esses elementos relacionam-se entre si, criando um grau de interdependência.

- **Clima**

De acordo com estudos realizados na região (Província Serrana e Depressão do Paraguai), o clima da bacia hidrográfica enquadra-se nas categorias Aw e Cw, segundo a classificação de Köppen, com predominância na primeira categoria. Nas áreas mais baixas (depressão do Paraguai, planície de inundação e nos vales dos altos cursos), com altimetrias inferiores a 400 m, predominam o clima Aw, típico de savanas tropicais, possuindo temperaturas médias, superiores a 27° C, de novembro a fevereiro; nos meses mais frios, a temperatura média é superior a 18° C (junho a agosto). Nos meses em que acontecem migrações de massas frias provenientes do Sul, através do Pantanal, as temperaturas são inferiores a 10° C. A passagem entre as estações frias e secas para quentes e úmidas é quase brusca.

Na bacia hidrográfica, a precipitação média anual é de cerca de 1000 – 1500 mm, ocorrendo em dezembro-janeiro os maiores índices pluviométricos. Apresentam-se dois períodos bem definidos, em termos de precipitação: época de chuvas intensas (outubro a março) com média de precipitação que varia 100 a 370 mm mensal e período de estiagem (abril a setembro), com média de precipitação mensal que varia de 10 a 80 mm. Há diferenças acentuadas de vazões entre os dois períodos, com reflexos diversos na bacia hidrográfica como o aumento da vazão, aceleração da erosão nas margens, entre outros fatores.

- **Aspectos Geológicos e Litológicos**

Os reconhecimentos geológicos e litológicos da bacia hidrográfica são importantes para a compreensão do padrão, do tipo de canal e de sua influência na dinâmica fluvial. A bacia hidrográfica engloba diferentes litologias: arenito com alta permeabilidade, formando rios longos e com poucos afluentes; calcários são rochas solúveis e apresentam rede de drenagem própria com relevos cársticos; folhelho e siltito com baixa permeabilidade, apresentam maior densidade na rede de drenagem. Os sedimentos antigos e recentes, devido à composição granulométrica e à topografia plana, contribuem para o encharcamento e à erosão das margens.

A área em estudo apresenta diferentes formações geológicas datadas do Pré-Cambriano Superior ao Cenozóico (Grupo Alto Paraguai: Formação Araras, Formação Raizama e Formação Sepotuba), ao Quaternário (aluviões atuais e antigos) (figura 2).

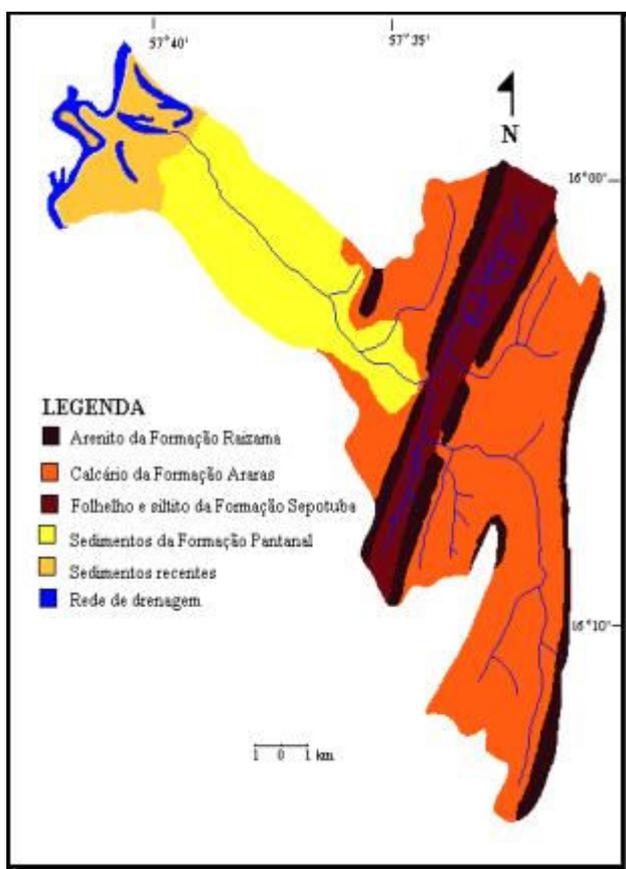


Figura 2 - Esboço litológico elaborado a partir de imagem de satélite LANDSAT bandas 3, 4 e 5, escala 1:100.000. Baseado no mapa geológico do Projeto Província Serrana (1978).

As formações geológicas, que compõem a bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga, apresentam a estratigrafia do topo para a base: depósitos de aluviões atuais; Formação Pantanal com sedimentos grosseiros e finos; Formação Sepotuba representada pelo folhelho e siltito; Formação Raizama pelos arenitos finos a médios; Formação Araras com calcários calcínicos e dolomíticos. Adotou-se para este estudo a coluna estratigráfica, proposta por Luz (1978), no Projeto Província Serrana.

Na planície de inundação, os depósitos atuais estão associados aos processos de sedimentação, nas planícies aluvionares do rio principal (Paraguai) e seus afluentes. Os depósitos são pouco largos, porém linearmente ressaltáveis, compostos de areias, siltes,

argilas e cascalhos, reconhecendo-se depósitos de canal de barra em pontal e transbordamento (GUIMARÃES; ALMEIDA, 1969).

- **Geomorfologia**

A bacia hidrográfica apresenta marcantes variações nos aspectos geomorfológicos, como na região serrana (superfície dissecada), a depressão de rebaixamento (depressão do alto Paraguai) e a superfície de acumulação caracterizada como planície de inundação (sedimentar) (figura 3). Estudar uma bacia hidrográfica implica no conhecimento das características morfológicas, dos materiais componentes, dos processos atuantes e da evolução do relevo, considerando sua importância, sobretudo no processo de ocupação do espaço.

No alto curso da bacia hidrográfica, a cota máxima atinge 629 m em pontos isolados; nas serras esculpidas em arenito e calcário, variam, em geral, de 360 a 580 m enquanto que, nos vales, a altimetria varia de 360 a 200 m. No médio e baixo curso, a altimetria encontra-se entre 160 a 120 m.

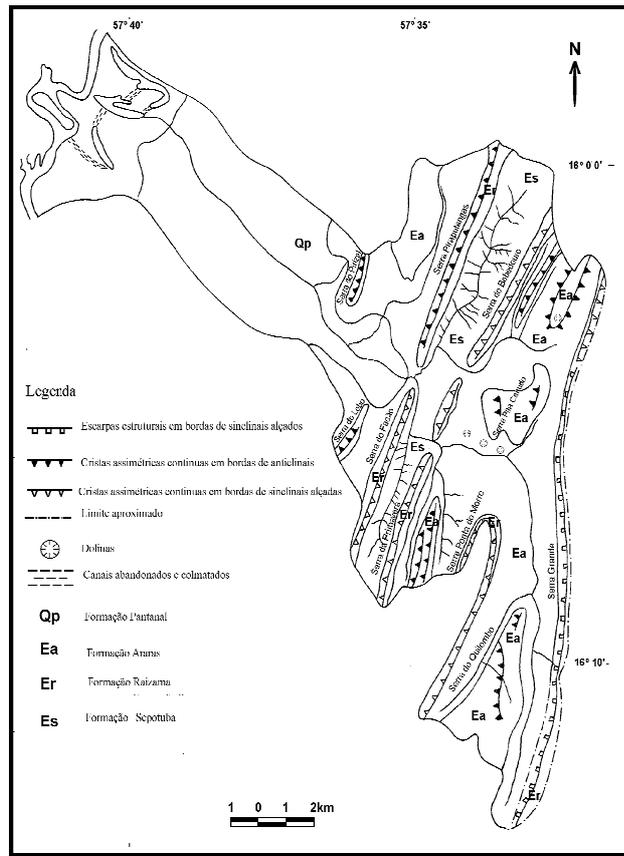


Figura 3 - Esboço geomorfológico elaborado a partir de imagem de satélite LANDSAT escala 1:100.000, mapa geológico do Projeto Província Serrana escala 1:50.000 e mapa geomorfológico da Província Serrana escala 1:250.000, segundo Ross (1994).

Os estudos elaborados pelo RADAMBRASIL (1982) possibilitaram classificar a bacia hidrográfica em três grandes compartimentos geomorfológicos: superfície dissecada da Província Serrana, depressão do Alto Paraguai e planície de inundação.

As nascentes do Córrego Piraputanga e seus afluentes encontram-se instaladas na Superfície Dissecada da Província Serrana, representada por um conjunto de serras paralelas de origem tectônica do Grupo Alto Paraguai, destacando-se as serras Bebedouro, Facão, Morro Grande, Piraputangas, Pirizal, Pita Canudo, Ponta do Morro, Primavera, Quilombo, com cotas que variam de 280 a 600 metros.

A Depressão do Alto Paraguai corresponde a uma superfície de relevo pouco dissecada, com pequeno caimento topográfico de nordeste para sudoeste, interflúvios razoavelmente amplos, com topos planos e drenagem pouco profunda. O nível altimétrico oscila entre 120 e 160 m.

A forma de acumulação dos sedimentos mais recentes é representada pela planície sedimentar, no baixo curso da bacia, próximo à confluência com o rio Paraguai. Nesse trecho, verificam-se inundações periódicas e acumulações de sedimentos fluviais marcadas por diques e meandros abandonados.

- **Solos**

De acordo com os estudos realizados pelo Projeto RADAMBRASIL (1982), foram classificados três tipos de solos: Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos, Gleissolos Háptico Eutróficos e Neossolos litólicos na bacia hidrográfica (quadro 1).

Quadro 1 - Tipos de solo e suas áreas de ocorrências na bacia hidrográfica

Classificação	Localização	Amplitude altimétrica	Litologia	Erosão	Uso atual
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	-médio curso, -alto curso nos vales Anticlinais e sinclinais	120 a 240 m	-areias e seixos sedimentos da Formação Pantanal, -arenito e folhelho	Ligeira a moderada	Pastagens e cultivo para subsistência
Gleissolo Háptico Eutrófico	Baixo curso	120 m	Aluviões atuais	Moderada	Vegetação mantém-se preservada
Neossolos litólicos	Alto curso: topos e encostas	280 a 600 m	Grupo alto Paraguai Formação Araras, Raizama	Ligeira a Moderada	Vegetação nativa mantém-se conservada

Os Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos são expressivos com maior ocorrência a partir de litologias variadas como o arenito, folhelho e sedimentos da Formação Pantanal, desde quaternárias até pré-cambrianas, aparecendo nos vales do alto e em todo o médio curso. Os Gleissolos Háptico Eutróficos são encontrados na planície de inundação, no baixo curso da bacia. Os Neossolos litólicos são encontrados nas serras, nos divisores de águas e nas encostas do alto curso do Córrego Piraputanga.

Dentre esses fatores, deve-se ainda considerar que, em virtude de ocorrerem em relevo movimentado, esses solos são altamente suscetíveis à erosão, principalmente os de textura arenosa e média, o que faz sua utilização ser mais aconselhável para a preservação e, em alguns locais, para a pastagem.

- **Vegetação**

A vegetação é um elemento de extrema importância para a bacia hidrográfica. A manutenção das matas ciliares e de encostas preservadas contribui para manter o equilíbrio entre os elementos do meio ambiente. A cobertura vegetal da bacia hidrográfica é diversificada, destacando-se quatro características principais: campos e cerrados, matas tropicais, matas galerias e mata de várzea.

- **Ocupação do solo**

Registros históricos demonstram a importância da bacia hidrográfica, iniciado pelas atividades econômicas no século XVIII, vinculadas a uma extensa gama de atividades como a extração vegetal e animal (poaia [*Cephaeles ipecapuanha*], peles de animais silvestres) e pecuária extensiva (criação de gado).

A expansão colonizadora para o Centro-Oeste, nas décadas de 1960/1970, foi estimulada pelo modelo econômico federal, advindo da política de expansão da fronteira agrícola do país, provocando um deslocamento populacional acentuado e uma mudança significativa na economia local. Esse processo foi intensificado com a política de implantação de rodovias ainda na década de 1970, favorecendo a locomoção e o estabelecimento de novas frentes econômicas. No caso específico da bacia, a construção da rodovia MT-126 contribuiu para o fácil acesso a toda a bacia, acelerando o processo substitutivo das matas e do cerrado por pastagens.

A partir da década de 1990, aumentaram expressivamente as áreas de pecuária extensiva em toda a bacia. Conseqüentemente, houve desmatamento da vegetação nativa, acelerando a erosão em alguns pontos nos vales sinclinais do alto curso e na depressão do médio curso. No alto curso da bacia hidrográfica, surgem a piscicultura e a carvoaria como atividades alternativas e, no médio curso, encontram-se instalados o Aeroporto Internacional de Cáceres e dois lixões.

Nos últimos anos, aconteceram alterações significativas no uso do solo da bacia hidrográfica, intensificando a retirada da cobertura vegetal natural, visando à ocupação e à exploração econômica, priorizando-se a pecuária extensiva, com aumento da área de pastagem nas áreas anteriormente ocupadas por cerrados, matas tropicais e campos naturais.

- **Aspectos Morfométricos, Morfológicos e Dinâmica Fluvial da Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga**

Revista Eletrônica Geoaraguaia. Barra do Garças-MT. V 4, n.1, p 83 - 103. Janeiro/Junho. 2014.

O Córrego Piraputanga possui um sistema fluvial heterogêneo com tributários permanentes e intermitentes, sendo difícil analisar o equilíbrio do sistema fluvial sem conhecer os fatores que contribuem para a manutenção do equilíbrio. Esses fatores podem ser considerados sob seis aspectos fundamentais: climatológicos, geomorfológicos, litológicos, pedológicos, antrópicos e manutenção da vegetação.

Os índices de densidade de drenagem (Dd), densidade de rios (Dh) e o índice de circularidade apresentam diferenciações, de acordo com as litologias e a forma de relevo de cada compartimento (quadro 2).

No compartimento 1, a sub-bacia está instalada em um vale que predomina o calcário da Formação Araras, com densidade de drenagem de 1,05, densidade dos rios de 3,54 e índice de circularidade 0,58. Os rios são longos e com poucos afluentes, podendo estar relacionados com a drenagem subterrânea, própria da evolução cárstica.

No compartimento 2, as sub-bacias instalam-se em locais em que predominam o folhelho e siltito da Formação Sepotuba, ocorrendo o aumento expressivo na densidade de drenagem (3,54), densidade dos rios (4,20), podendo estar relacionado à impermeabilidade dos terrenos. O índice de circularidade foi de 0,20.

No compartimento 3, as sub-bacias instalam-se em diferentes litologias representadas pelo arenito da Formação Sepotuba e calcário da Formação Araras, com densidade de drenagem de 2,81 e densidade dos rios de 1,53; o índice de circularidade é de 0,11. O arenito, por sua permeabilidade, possibilita maior infiltração d'água proporcionando o desenvolvimento de rios longos, com poucos afluentes.

O compartimento 4 refere-se ao médio curso, com densidade de drenagem de 0,37, densidade do rio de 0,07 e o índice de circularidade de 0,44. Nesse trecho, o Córrego Piraputanga percorre a área plana sobre areias, seixos e conglomerados da Formação Pantanal, recebendo dois afluentes na margem direita.

O compartimento 5 representa o baixo curso da bacia, com área plana sujeita à inundação. A densidade de drenagem é de 0,05, a densidade dos rios é de 0,05 e o índice de circularidade é 0,38.

Quadro 2: Valores da Densidade dos Rios (Dh), Densidade da Drenagem (Dd) de acordo com os compartimentos lito-geomorfológicos

Compartimentos	Litologias	Dh (canal/km ²)	Dd (km/km ²)	Índice de circularidade
1	Calcário	0,31	1,05	0,58
2	Siltito e folhelho	4,20	3,54	0,20
3	Arenito/Calcário	1,53	2,81	0,11
4	Sedimentos da Formação Pantanal (seixos, areia, silte e argila)	0,07	0,37	0,44
5	Sedimentos recentes (areia, silte e argila)	0,05	0,05	0,38

- **Dinâmica fluvial**

A largura do canal, ao longo do perfil longitudinal da bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, variou de 3,00 m a 4,30 m, aumentando em direção à jusante. A velocidade do fluxo se mantém entre 0,22 a 0,23 m/s. A profundidade média varia entre 0,2 a 0,38m e a vazão aumenta gradualmente, passando de 0,13m³/s na primeira seção, para 0,34m³/s na última seção.

O alargamento e a migração dos canais fluviais são provocados pela erosão das margens e estão entre os processos mais dinâmicos da paisagem. Nesse sentido, o entendimento do seu mecanismo de atuação é fundamental para a explicação da evolução dos diversos elementos da dinâmica fluvial. Nas seções monitoradas, a erosão acumulada variou de 5 a 22 cm em sete meses. A magnitude de erosão variou de 2,85 a 14 cm. (quadro 3).

As observações de campo, no período de monitoramento das margens, permitiram diagnosticar a ocorrência de dois tipos de processos erosivos que atuam nas margens: corrosão e desmoronamento. O processo de corrosão é atuante nas seções 1, 2, 3, 5 e 6 em calcário e arenito. O processo erosivo de desmoronamento foi diagnosticado nas seções 4, 7 e 8 em folhelho, siltito e sedimentos do quaternário (argila a areia).

Quadro 3: Dados sobre os pinos colocadas em oito seções transversais dos canais

Seções	Nº de pinos	Tempo transcorrido (meses)	Erosão acumulada (cm)	Magnitude da erosão (cm)
1	1	7	5	0,71
3	4	7	3	0,42

3	7	7	3	0,42
4	8	7	3	0,42
4	11	7	2	0,28
5	12	7	1	0,14
6	13	7	5	0,71
7	14	7	16	2,28
8	15	7	18	2,57
8	16	7	20	2,85

Sedimentos de fundo

A deposição de sedimentos no leito do Córrego Piraputanga ocorre de forma diferenciada no alto, médio e baixo curso. Está vinculada ao tipo de uso dos solos próximos às nascentes e às margens dos rios, ao regime pluvial, aos aspectos geomorfológicos e litológicos; à manutenção das matas galerias e às alterações diretas nos canais como construção de represas e desvio de fluxo ou por fatores próprios da dinâmica do canal, como declividade do canal, velocidade do fluxo, capacidade de transporte de materiais de fundo e das margens.

Alguns pesquisadores brasileiros, como Suguio & Bigarella (1990), Carvalho (1995), Souza (2004) e Silva (2010), estudaram a distribuição granulométrica longitudinal.

Os sedimentos encontrados ao longo do canal variam de areias finas a grossas, cascalhos e blocos rochosos que atingem 60 cm de diâmetros. No alto curso, os sedimentos são mais grosseiros (blocos rochosos, matacões, cascalho e areias grossas) e a energia da corrente parece mais forte em função da própria irregularidade do leito. No médio curso, predominam blocos rochosos, os sedimentos de granulometria grossa a fina e argilas. No baixo curso, os sedimentos dominantes são: silte, argila e areias finas (quadro 4).

Quadro 04: Granulometria (diâmetros dos grãos – ϕ) das amostras coletadas nos talvegues das seções monitoradas

Amostras	Silte + argila %	Areia fina %	Areia média %	Areia Grossa %	Total de areia %
1	0,50	3,24	40,26	56,00	99,50
2	4,98	6,73	23,33	64,96	99,02
3	0,28	0,87	10,96	87,99	99,82
4	0,10	2,44	29,83	67,63	99,90

5	1,02	1,96	38,72	58,30	98,98
6	4,22	5,38	40,40	50,00	95,78
7	0,22	4,33	36,17	59,28	99,78
8	8,58	5,41	47,69	38,32	91,42

Para as amostras coletadas no talvegue, foram avaliados os parâmetros estatísticos mediana, média, desvio padrão, assimetria e curtose. As várias amostras analisadas mostraram que a mediana varia de -4,50 a 1,3 ϕ com frequência no intervalo de grânulos de areia grossa e média (1,00 a 0,250 mm).

A média geral reflete o tamanho dos sedimentos nas amostras analisadas, que apresentaram variação média de 0,07 a 0,93 ϕ (granulometria de areia média e fina).

O desvio padrão representa o grau de dispersão, o que possibilitou visualizar o grau de seleção dos sedimentos. Dentro dessa classificação, as amostras variaram de moderadamente bem selecionadas, moderadamente selecionadas e mal selecionadas. Nas seções 1, 2, 3, 4 e 5, nos compartimentos 2 e 3, as amostras apresentam-se mal selecionadas. Na seção 6, no compartimento 2, a amostra é moderadamente selecionada. Nas seções 7 e 8, no compartimento 4, as amostras são moderadamente bem selecionadas. A análise mostrou que os sedimentos vão ficando mais selecionados em direção à jusante. O grau de assimetria da curva indica tendência de dispersão dos grãos. As oito amostras analisadas possuem assimetria positiva, apresentando grãos mais finos (+0,04 a 0,62 ϕ).

A curtose indicou a forma que ocorreu a distribuição da curva: achatada, normal e mais aguda. As amostras analisadas apresentaram diferentes configurações, segundo a classificação de Folk, leptocúrtica, mesocúrtica e platicúrtica. Nas seções 1, 2 e 3, do compartimento 3, apresenta uma curva mais achatada (platicúrtica). Nas seções 4 e 5, do compartimento 2, a configuração da curva é denominada normal (mesocúrtica). E nas seções 6, 7 e 8, nos compartimentos 3 e 4, a curva é aguda (leptocúrtica).

A distribuição dos sedimentos ao longo do perfil longitudinal do Córrego Piraputanga registra maior concentração de areia grossa no alto curso e aumento gradual dos sedimentos de granulometria fina em direção à jusante (figura 04).

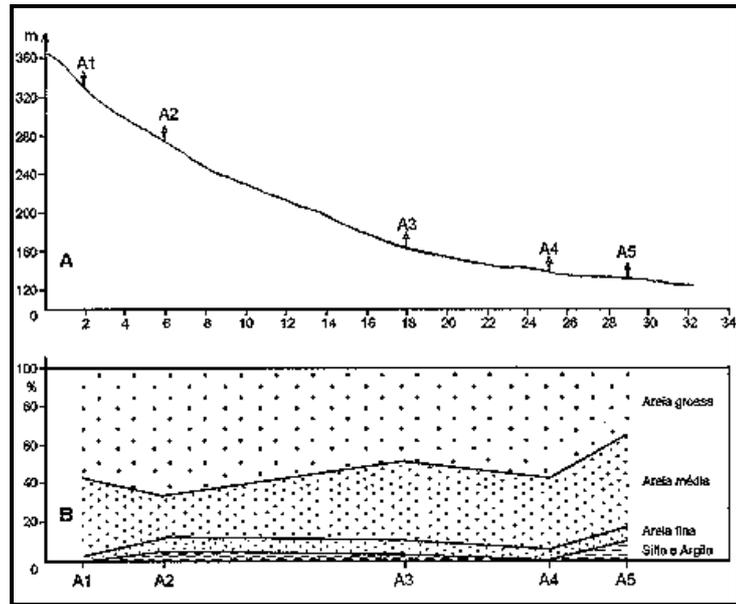


Figura 4 - Composição granulométrica do material de fundo do leito do Córrego Piraputanga (A) Perfil longitudinal com localização das amostras (B) Diagrama de composição granulométrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das características ambientais que interferem indiretamente na dinâmica da bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga (clima, geologia, geomorfologia, tipos de solos, vegetação e uso do solo) mostrou alguns aspectos relevantes. O clima, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se nas categorias AW e CW, com temperaturas médias de 27° C, no verão, e 18° C, no inverno. As precipitações médias anuais variam entre 1000 a 1500 mm, apresentando um período de cheias (outubro a março) e outro período de secas (abril a setembro), com maior alteração na morfologia do canal na época das cheias.

A bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga é constituída por distintas litologias (arenitos, calcário, folhelho, siltito e sedimentos antigos e recentes), onde foram registrados processos atuantes (ravinação e voçorocamento) nos folhelhos e nos sedimentos antigos do quaternário. A bacia apresenta diferentes compartimentos geomorfológicos como superfície dissecada com serras e vales anticlinais e sinclinais; depressão e planície de inundação. Classificaram-se quatro tipos de vegetação: cerrados e campos, floresta tropical, matas de várzeas e matas galerias. As classes de solos predominantes, segundo o Projeto

RADAMBRASIL, são três: Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos, Gleissolos Háplico Eutróficos e Neossolos litólicos, com maior ocorrência do primeiro tipo.

A rede de drenagem, em sua configuração geral, apresenta características quanto ao padrão de canal e tipo de drenagem, refletindo, dessa maneira, a natureza das estruturas rochosas dominantes e geomorfologia local.

Análises das margens monitoradas mostraram erosão das margens em direção à jusante da bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga. Nas seções monitoradas, a erosão acumulada variou de 1 a 5 cm em sete meses. A erosão mais expressiva ocorreu nas seções sete e oito, no médio curso, que correspondem aos pinos quatorze, quinze e dezesseis, variando de 16 a 20 cm a erosão acumulada, em sete meses. A erosão maior nas seções pode estar relacionada ao volume de água do canal e à própria resistência dos sedimentos (argila, areias e seixos da Formação Pantanal) que compõem as margens.

A erosão das margens do Córrego Piraputanga e seus afluentes não são contínuos, estando relacionada aos eventos climáticos próprios de região tropical (período de cheias e de estiagem). A intensidade e a magnitude da erosão estão vinculadas à precipitação e às enchentes, sendo possível quantificar a erosão acumulada após o período de grande cheia.

REFERÊNCIAS

- BORGES, C. Z. **Erosão marginal no Rio Paraná após a conclusão do reservatório da Uhe Sérgio Motta (Porto Primavera) à jusante da barragem**. 2004. 50 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, 2004.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPREM, 1995.
- CASADO, A. P. B. et al. Evolução do processo erosivo na margem direita do Rio São Francisco (perímetro irrigado Cotinguiba/Pindoba - SE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 231-239, 2002.
- CASTRO, S. S. Erosão hídrica na Alta Bacia do Rio Araguaia: distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 38-60, 2005.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: atualização de bases e conceitos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2008, p. 211-252.
- DESTEFANI, E. V.; SOUZA, E. E. de. Caracterização da erosão marginal no rio Paraná na região de Porto Rico: período pré e pós barragem de Porto Primavera. In: **Encontro Anual de Iniciação Científica**, 11, 2002, Maringá – PR. Anais... Maringá – PR: Universidade Estadual de Maringá, 2002. p. 1.

DNOS – DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO. **Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai**. Rio de Janeiro: Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento, 1978. 284 p. (Relatório Técnico).

FERNANDEZ O. V. Q. **Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens**: região de Porto Rico, PR. 1990. 85 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Naturais/UNESP. Rio Claro – SP, 1990.

FOLK, R.L. e WARD, W.C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**. v.27, 3-26, 1967.

GUIMARÃES, G.; ALMEIDA, L. F. G. **Projeto Cuiabá**. Relatório Final. Cuiabá – MT: DNPM, 1969.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc. America Bulletin**. v. 56, n 3, 275-370, 1945.

JUSTINIANO, L. A de A. **Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres, MT, 2010.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. 1964. **Fluvial process in geomorphology**. San Francisco: W. H. Freeman and Company. 201 p.

LUZ, J. S. **Projeto Província Serrana**. Relatório Final Ministério das Minas e Energia Departamento Nacional da Produção Mineral - convênio DNPM/CPRM. Goiânia – GO: DNPM/CPRM, 1978.

RADAMBRASIL. **Levantamento dos Recursos Naturais Folha SD 21 Cuiabá**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/ Secretária Geral, 1982.

ROCHA, P. C. **Erosão marginal em canais associados ao rio Paraná na região de Porto Rico-PR**. 1995. 25 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1995.

ROSS, J. L.S. (1994) **Estudos cartográfico geomorfológico da Província Serrana MT**. Tese de Doutorado, São Paulo. 326p.

SILVA, A.; SOUZA, C. A. ZANI, H.; FREITAS, D. R. Avaliação da erosão na margem direita do rio Paraguai a jusante da praia do Julião município de Cáceres-MT. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 1, n. 1, p. 5-19, 2007.

SILVA L. N. P. e SOUZA, C.A. Sub-bacia hidrográfica do Córrego das Pitãs: análise batimétrica e transporte de sedimentos. **Revista Geociências Unesp**, Rio Claro. 2010.

SOUZA, C. A. **Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga-MT: avaliação da dinâmica atual**. 1998. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1998.

_____. Características ambientais da bacia hidrográfica do Córrego Piraputangas (Rio Paraguai, Cáceres, MT). In: SANTOS, J. E., GALBIATI C. e MOSCHINI L. E. (Org.). **Gestão e Educação Ambiental: água, biodiversidade e cultura**. São Carlos: Editora RIMA, 2010, p. 337-379.

_____. **Dinâmica do Corredor Fluvial do Rio Paraguai entre a Cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT**. Rio de Janeiro, 2004. 198 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2004.

SOUZA, C. A. de.; CUNHA, S. B. da. Pantanal de Cáceres - MT: dinâmica das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da ilha de Taiamã-MT. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 1, n. 5, p. 18-42, 2007.

Revista Eletrônica Geoaraguaia. Barra do Garças-MT. V 4, n.1, p 83 - 103. Janeiro/Junho. 2014.

SUGUIO, K. e BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. 2. ed. Florianópolis – SC: Ed.UFSC/UFPR, 1990.

ZANCOPE, M. H. C. **Análise morfodinâmica do Rio Mogi Guaçu**. Tese (doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2008.

WALKER, J. The application of Geomorphology to the management of river-bank erosion. **Journal of Chartered Institution of Water and Environmental Management**, v. 13, n. 4, p. 297- 300, 1999.

Recebido para publicação em 01/04/2014

Aceito para publicação em 25/05/2014