

QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PARAGUAI NO PERÍMETRO URBANO EM CÁCERES – MT, BRASIL¹

Water Quality in the Paraguay River Urban Area in Cáceres – MT, Brazil

Barbara Ferraz BUHLER²

Célia Alves de SOUZA³

Ernandes Sobreira OLIVEIRA JUNIOR⁴

Resumo: O objetivo deste estudo é avaliar a qualidade da água do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres – MT, levando em consideração as atividades antrópicas desenvolvidas no seu entorno. Parâmetros como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica, nitrato, sólidos suspensos e dissolvidos foram analisados nos períodos de estiagem e cheia e comparados com aqueles estabelecidos pela Resolução 357/2005 e Portaria 2914/2011/MS. Os dados mostraram que as principais fontes de poluição para o rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres são esgoto doméstico e hospitalar.

Palavras-chave: Baía do Malheiros, recursos hídricos, urbanização.

Abstract: This study aimed to evaluate the Paraguay River water quality within the Cáceres – MT City limits, considering the human activities developed around it. Parameters of pH, temperature, dissolved oxygen, turbidity, electrical conductivity, nitrate, suspended and dissolved solids were analyzed during periods of drought and flood and compared with those established by Resolution 357/2005 and Decree 2914/2011HM. The data showed that the main water pollution sources in the Paraguay River within the Cáceres city limits are domestic and hospital sewage.

Key words: Malheiros Bay, water resources, urbanization.

Introdução

Várias são as substâncias que permitem a vida na Terra, entre as quais, destaca-se a água. Em todo o mundo, os recursos hídricos são usados para diversos fins, considerando as diferenças culturais entre os povos. Conforme Tundisi (2003, p. 29), “os usos múltiplos das águas incluem, além da irrigação e da utilização doméstica, a navegação, a recreação e o turismo”. Dessa forma, a sua contaminação simboliza um dos principais riscos à saúde humana, “sendo

¹ Resultados de projeto de pesquisa financiado no âmbito da Rede ASA-MCT/CNPq/FNDCT/FAPEMAT/MEC/CAPES/PRO-CENTRO-OESTE.

² Mestre em Ciências Ambientais. Secretaria de Estado de Saúde. azurea04@hotmail.com.

³ Professora Adjunta da Universidade do Estado de Mato Grosso. celiiaalvesgeo@globo.com.

⁴ Mestre em Ecologia. Técnico da Educação Superior. ernandes@unemat.br.

amplamente conhecida a estreita relação entre a qualidade da água e as inúmeras enfermidades que acometem as populações” (LIBANIO et al, 2005, p. 3).

A qualidade de um corpo hídrico está diretamente ligada ao uso do solo no seu entorno. As atividades industriais, agrícolas e domésticas, bem como o aumento da população nas últimas décadas, têm contribuído para adição de novos agentes químicos nas águas e nos solos, causando grandes impactos aos ecossistemas (BRASIL, 2002). Essa situação pode ser identificada em várias regiões do Brasil, incluindo o município de Cáceres, que está localizado às margens do rio Paraguai e seu desenvolvimento está diretamente ligado à presença deste recurso natural.

Segundo dados fornecidos pela Secretaria de Saúde da Prefeitura Municipal de Cáceres (2010), dos 51 bairros existentes na cidade, apenas dois (Cohab Nova e Grande Paraíso) possuem rede coletora de esgoto. Outrossim, há no município duas indústrias de grande porte: um frigorífico e um curtume. Conforme informações repassadas pela SEMA (2010), a estrutura mínima necessária para o tratamento do efluente desses empreendimentos existe.

Entretanto, Pimenta et al (2008) documentaram, em seu estudo sobre o efeito genotóxico das águas superficiais do rio Paraguai, que, no dia que procedeu a coleta nas proximidades do emissário final da indústria de couro, o efluente levado pela manilha estava esbranquiçado e mal cheiroso e no local havia vários peixes mortos.

Ainda de acordo com o órgão ambiental (SEMA), a maioria dos estabelecimentos de saúde em Cáceres não possui estrutura voltada para o tratamento de resíduos, informação reforçada por Augustinho e Ferreira (2004), quando investigaram as condições de funcionamento do sistema de descontaminação de efluentes adotado pelos maiores hospitais cacerenses. Dessa forma, todo o resíduo líquido (doméstico, comercial e industrial) produzido na cidade ou é enviado para fossas rudimentares construídas no interior das casas, ou é lançado nos corpos hídricos locais.

Essa precariedade em infraestrutura de saneamento colabora para a deterioração da qualidade da água do rio Paraguai e de seus afluentes. Neste contexto, os resultados do presente trabalho podem ser importantes, não só por ampliar os conhecimentos sobre o rio Paraguai em seu aspecto biofísico, mas,

sobretudo, para incentivar o abandono e/ou substituição das práticas consideradas deletérias para o manancial.

Diante do exposto, este trabalho tem o objetivo de discutir a influência antrópica sobre a qualidade da água do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres, mais especificamente do trecho situado entre a Baía do late e o ponto de captação do sistema de abastecimento de água municipal.

Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo corresponde ao segmento do rio Paraguai próximo à cidade de Cáceres entre as coordenadas geográficas de 16°02'00" a 16° 08'00" de latitude sul e 57°40'00" a 57°44'00" de longitude oeste (Figura 1).

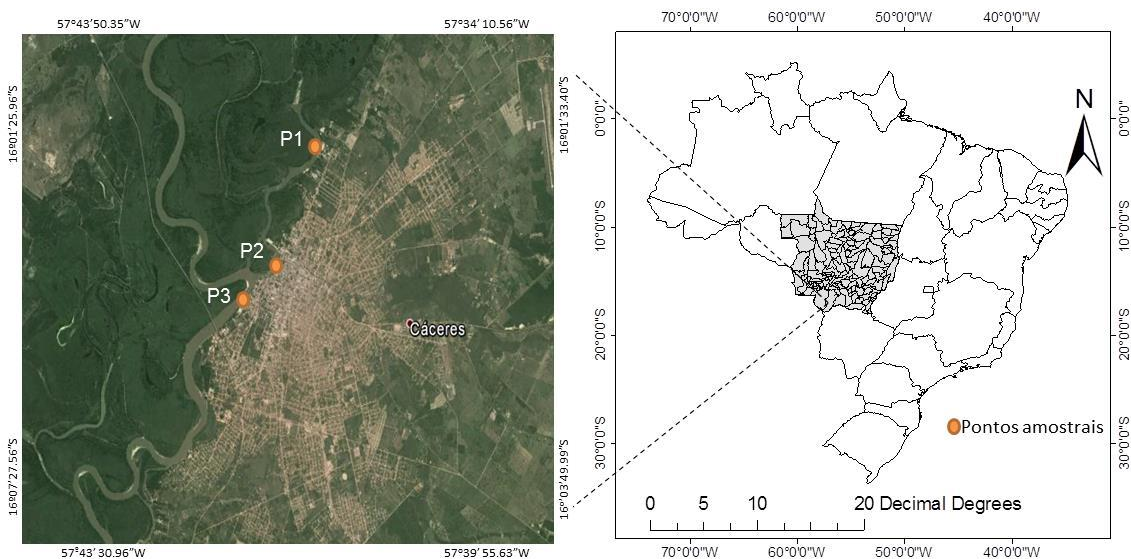


Figura 1: Área de estudo. Perímetro urbano do rio Paraguai em Cáceres – MT, destaque para os pontos de coleta (P1, P2 e P3)

O município de Cáceres está localizado no sudoeste do estado de Mato Grosso, na margem esquerda do Rio Paraguai e no entroncamento das rodovias BR-070, BR-174 e BR-364. Sua área total engloba três ecossistemas: cerrado, floresta amazônica de transição e pantanal. O clima é tropical quente e úmido com precipitação média anual de 1.500 mm, mais intensa nos meses de janeiro, fevereiro e março. A temperatura média anual é de 24°C, com máxima chegando a 42°C e mínima a 0°C (FERREIRA, 2001).

O rio Paraguai, por sua vez, é um dos principais rios de planície do Brasil (ZANI et al, 2008) e o principal rio da Bacia do Alto Paraguai (BAP). Suas nascentes estão localizadas nas encostas da serra dos Parecis na região norte do estado de Mato Grosso, fluindo direção geral sul até a confluência com o rio Paraná na altura da cidade de Corrientes, Argentina (CARVALHO, 1986). Seus principais afluentes na margem direita são os rios Cabaçal, Jauru e Sepotuba e, na margem esquerda, os rios Cuiabá, São Lourenço, Piquiri, Taquari, Negro, Miranda e Apa (CARVALHO, 1986).

Procedimentos metodológicos

Levantamento sobre o uso e ocupação no perímetro urbano do rio Paraguai em Cáceres

O levantamento de informações a respeito do uso e ocupação do solo no perímetro urbano do rio Paraguai em Cáceres foi realizado através de pesquisa documental e bibliográfica, conforme Lakatos e Marconi (1986). Complementarmente, foram efetuados trabalhos de campo com observação direta da área de estudo.

Coleta das amostras de água

A seleção dos pontos para coleta das amostras de água (Tabela 1) foi baseada nos critérios assinalados abaixo:

- a) Uso do espaço pela população local;
- b) Representatividade da extensão urbana do rio junto à área central de Cáceres;
- c) Localização anterior e posterior ao lançamento de efluentes domésticos e industriais;
- d) Condições de acesso em período seco e chuvoso.

As amostras foram coletadas a cerca de 20 cm de profundidade na coluna d'água, entre 8h e 11h da manhã, em dois períodos: estiagem (setembro/2009) e cheia (fevereiro/2010). Cabe destacar que coletas próximas às margens foram evitadas. As coletas foram realizadas em frascos esterilizados e disponibilizados pelo laboratório (Cadastro SEMA/MT nº306/2009, VISA/MT nº5779 e CRQ/MT nº164/2009). Todas as amostras foram identificadas e acondicionadas em caixa de

isopor com gelo, tendo sido mantidas sob refrigeração até o início das análises (no máximo 24 horas após coleta).

Tabela 1: Pontos do rio Paraguai (perímetro urbano de Cáceres) em que as amostras de água foram coletadas para análise

Ponto	Coordenadas Geográficas	Uso da água/área pela população local
Baía do Iate (P1)	16° 02' 09" 57° 41' 01"	Uso recreativo e residencial. Baía.
Baía do Malheiros (P2)	16° 03' 08" 57° 41' 34"	Área de navegação (pequenas embarcações); uso recreativo; ponto de pesca para alguns usuários; ponto de despejo de esgoto doméstico. Baía.
Ponto de Captação (P3)	16° 04' 11" 57° 41' 69"	Local de captação de água para abastecimento público; uso comercial e residencial do entorno; área de navegação. Canal principal.

Variáveis analisadas

Variáveis limnológicas, como temperatura e pH, foram mensuradas no campo, utilizando-se, para tanto, um termômetro de coluna de mercúrio e um medidor de pH, "Corning pH-30". As outras variáveis (Tabela 2) foram mensuradas em laboratório, segundo APHA (1996).

Tabela 2: Lista de variáveis e metodologias utilizadas para análise das amostras de água

Variável	Unidade	Método de análise
Temperatura	°C	---
pH	---	Potenciometria
Turbidez	NTU	Potenciometria
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Volumetria
Condutividade Elétrica	µS/cm ⁻¹	Potenciometria
Sólidos Dissolvidos	mg/L	Gravimetria
Sólidos em Suspensão	mg/L	Gravimetria
Nitrato	mg/L	Colorimetria

Fonte: Laboratório Analítica – Análises Químicas e Controle de Qualidade

Essas variáveis foram selecionadas por serem representativas na potabilidade da água (de acordo com a Portaria MS 2914/2011), bem como por constituírem, em parte, os parâmetros que subsidiaram a proposta de enquadramento dos corpos hídricos (Resolução CONAMA 357 – 17.03.2005).

Os períodos de amostragem foram definidos com base nos dados de altura do rio disponibilizados pela Capitania dos Portos – Agência Fluvial de Cáceres. As informações sobre precipitação – para o período em estudo – foram obtidas junto à Estação Pluviométrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), em Cáceres. Os dados sobre a vazão do rio Paraguai na região de Cáceres foram levantados através de pesquisa bibliográfica e documental (LAKATOS e MARCONI, 1986).

Tratamento dos dados

Os dados sobre as atividades antrópicas foram consolidados em um relatório descritivo e os dados referentes às variáveis físico-químicas da água foram dispostos em tabela. Foram estabelecidas relações entre as variáveis limnológicas, as atividades desenvolvidas no entorno do curso d'água, o clima regional (precipitação) e as características do manancial (vazão); complementarmente, os valores obtidos pelas análises laboratoriais foram comparados com aqueles preconizados pela Portaria 2914/2011 MS e Resolução CONAMA 357 (17.03.2005).

Resultados e discussão

Dados de precipitação e vazão do rio Paraguai

As variações na pluviosidade e no nível da água do rio Paraguai (Figura 2) indicam que as maiores concentrações de chuva ocorreram nos meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro de 2009, bem como em janeiro e fevereiro de 2010. Para o presente estudo, o período de águas altas (cheia) correspondeu ao período de maior precipitação (fevereiro de 2010). A estiagem (águas baixas) abrangeu os meses de agosto, setembro e outubro de 2009, quando o rio apresentou sua altura mais reduzida.

Estudos realizados por Souza (2004) concluíram que a vazão média mensal do rio Paraguai estimada para 27 anos (1968-1995), na estação fluviométrica de Cáceres, variou de 249 m³/s a 1019 m³/s. Os maiores valores foram registrados nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro.

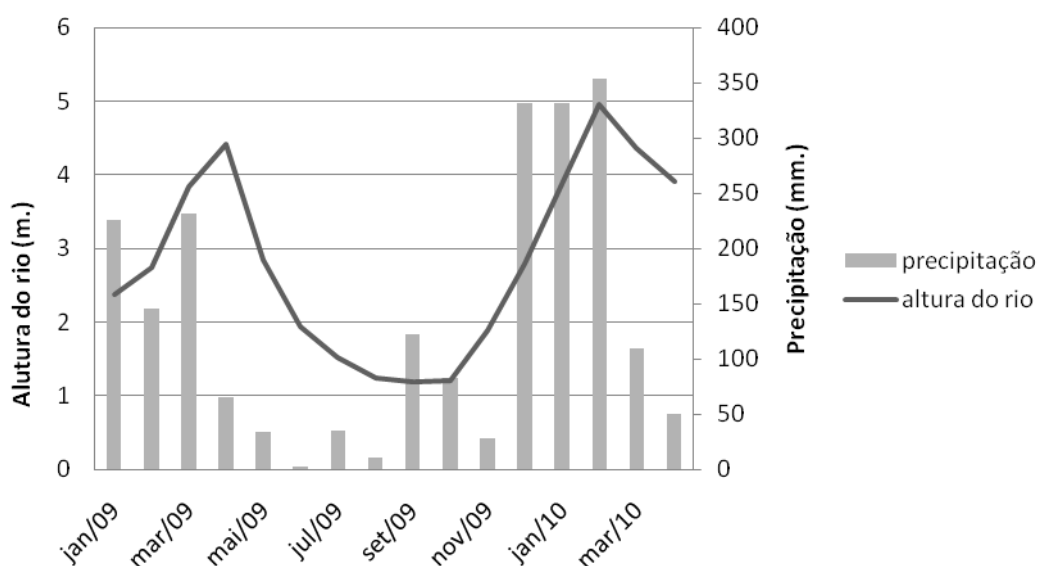


Figura 2: Precipitação e Nível do rio Paraguai (Cáceres – MT)

Fonte: Estação pluviométrica do IFMT e Agência fluvial de Cáceres

Posteriormente, Silva et al (2007), analisando dados numa série histórica de 06 anos (2000-2005), também verificaram que as vazões mais elevadas no rio Paraguai, na região de Cáceres, ocorreram nos meses de janeiro, fevereiro e março (em média 1.100 m³/s); as menores medidas ficaram para os meses de julho a setembro (em média 200 m³/s). Dessa forma, pode-se admitir que, no período de cheia, as vazões no rio Paraguai, em Cáceres, assumem patamares mais elevados, ocorrendo o inverso na estiagem.

Caracterização das margens no perímetro urbano do rio Paraguai em Cáceres

Em Cáceres, as margens do rio Paraguai, no trecho em estudo, são utilizadas para diversos fins, entre os quais: residencial, comercial e lazer.

Baía do late (P1)

A Baía do late (Figura 3) está localizada a montante da área central de Cáceres. No seu entorno (margem esquerda), são encontradas edificações residenciais e clubes de recreação. Alguns moradores construíram muros de arrimo e ancoradouros (rampas) na calha do rio. A vegetação ciliar deste trecho foi parcialmente suprimida, sendo substituída por gramíneas e algumas arbóreas. Na margem direita não há evidências de desmatamento.



Figura 3: Aspecto geral da margem esquerda da Baía do late, período de estiagem

Baía do Malheiros (P2)

A Baía do Malheiros (Figura 4) está localizada na área central de Cáceres (e a jusante da Baía do late). O seu entorno é ocupado por edificações de toda natureza: residências, comércio, espaço de travessia para veículos automotores e pedestres. A vegetação da margem esquerda foi totalmente suprimida e substituída por algumas plantas frutíferas (sirigueleiras) e gramíneas. O processo erosivo está bastante evidente em vários trechos do barranco. Na margem esquerda do segmento, encontra-se a foz do “Sangradouro”, um dos córregos urbanos mais agredidos pelo lançamento de efluente doméstico no município de Cáceres (IOCCA, 2000). Além desta “entrada” de esgoto, são encontradas várias outras manilhas ao longo da margem.



Figura 4: Aspecto geral da margem esquerda Baía do Malheiros, período de estiagem

Ponto de Captação (P3)

Neste ponto, está a confluência do rio Paraguai com a Baía do Malheiros. É o local onde está instalada a bomba e o reservatório do sistema de abastecimento de água municipal (Figura 7). Na margem esquerda são encontradas edificações da seguinte natureza: restaurante, posto de gasolina com tanque emerso, estacionamento de embarcações e residências. A mata ciliar foi removida, restando apenas alguns vegetais de grande porte que devem ter sido plantados ou pela

prefeitura, ou por moradores do entorno. Buscando conter o processo erosivo, em vários trechos foram construídos muros de arrimo. Poucos metros a montante da captação de água foram identificadas algumas manilhas que podem servir ao lançamento de efluentes.



Figura 5: Ponto de captação de água para abastecimento público, período de estiagem

Variáveis físico-químicas da água

Segundo a Resolução do CONAMA 357/2005, os corpos d'água devem ser categorizados em "classes de qualidade", conforme o seu uso preponderante e suas características físico-químicas e biológicas (BRASIL, 2005). Neste contexto, estão definidas em legislação treze "classes de qualidade" entre as águas salobra, salina e doce. Seguindo nesta vertente, o rio Paraguai está enquadrado na "Classe 2" de águas doces (SEMA, 2006).

Os valores obtidos pelas análises estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3: Resultado das variáveis hídricas analisadas no perímetro urbano do Rio Paraguai em Cáceres

Variáveis Hídricas	Estiagem			Cheia			Valores de Referência	
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	Res. CONAMA 357/2005	Portaria 2914 – Ministério da Saúde
Temperatura ar (°C)	20	20	19	32	32	31	---	---
Temperatura água (°C)	24	24	24	27	27	22	---	---
Turbidez (UNT)	33,4	32,3	31,4	11,8	15,7	16,4	100 UNT	5 UNT
Ph	7,22	6,92	7,35	6,45	6,49	6,50	6,0 a 9,0	6,0 – 9,5
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,91	5,02	4,71	5,05	4,90	6,14	Superior a 5 mg/L	---
Cond. elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	39	55	30	29	35	30	---	----
Nitrato (mg/L)	0,10	1,56	0,05	2,0	3,7	2,47	Até 10 mg/L	----
Sólidos dissolvidos (mg/L)	90	140	265	56,0	90,0	190	Até 500 mg/L	---
Sólidos em suspensão (mg/L)	106	84	145	57,0	270	145	---	---

Temperatura do ar e da água

A temperatura do ar esteve mais reduzida na estiagem (tabela 3), caracterizando os eventos típicos de friagem desta estação na região (PCBAP, 1997).

Em relação à água, os valores mais baixos foram registrados no período chuvoso, exceto para P2 e P1 (tabela 3). Figueiredo (1996) também constatou temperaturas mais baixas no período chuvoso em seu estudo de caracterização hídrica do rio Cuiabá em Mato Grosso.

Segundo Brigante et al (2003), as tomadas de temperatura em águas de superfície são influenciadas por alguns fatores, entre eles o período do dia e a profundidade. Nos trechos supramencionados (P1 e P2), o registro da temperatura da água foi realizado às 10h20 e 11h, respectivamente, momento em que a incidência solar é mais significativa, se comparado aos primeiros horários da manhã, quando foram efetuadas as medidas de temperatura dos outros pontos. Não há indícios de poluição térmica do manancial em nenhum dos trechos.

pH

Os valores máximos e mínimos de pH apresentados pelas amostras foram respectivamente: 7,35 (P3) e 6,92 (P2) no período de águas baixas e 6,52 (P3) e 6,45 (P1) na estação chuvosa (tabela 3).

Os valores de pH registrados indicam que a água apresentou um caráter ácido durante a cheia. Este fato pode ter relação com a matéria orgânica presente no solo do entorno, cuja entrada para o interior do manancial se dá pelo aumento do escoamento superficial proporcionado pelas águas das chuvas (BRANCO, 1978).

Os pontos de coleta, mesmo apresentando emissões desta natureza (P2 e P3), não ocuparam faixas extremas para esta variável, estando, portanto, de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005, cuja normatização é de que o pH oscile entre 6,0 e 9,0 em cursos d'água da "Classe 2" e/ou utilizados para balneabilidade.

Turbidez

No trecho em estudo, os valores de turbidez oscilaram entre 11,8 UNT (P1) e 16,4 UNT (P3) no período chuvoso e 31,4 (P3) UNT e 33,4 UNT (P1) na estiagem, estando, portanto, dentro da faixa preconizada pela Resolução do CONAMA 357/2005, isto é, 100 UNT (tabela 3). Variação similar, entre 12 UNT e 25 UNT, foi encontrada por Pimenta et al (2008) ao avaliar o efeito genotóxico das águas superficiais do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres. Ressalta-se que valores menores de turbidez encontrados durante a cheia podem estar relacionados com a diluição do material em suspensão provocada pelo aumento do volume de água (MARGALEF, 1991).

Oxigênio dissolvido

O teor de OD não apresentou variações extremas entre os pontos. O menor valor foi registrado em P3 (4,71 mg/L) e o maior em P2 (5,02 mg/L) durante a estiagem. Na cheia, o valor mais reduzido ocorreu em P2 (4,90 mg/L) e o maior foi atribuído à P3 (6,14 mg/L) (tabela 3).

Segundo a Resolução do CONAMA 357/2005 para cursos d'água enquadrados na "Classe 2", o oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não deve ser inferior a 5 mg/L de O₂. Embora os valores de OD tenham ficado abaixo do preconizado em P1 e P3, na estiagem, e P2, na cheia, não foi possível realizar uma associação direta da baixa concentração deste gás com a entrada de esgoto no rio, uma vez que nos pontos onde não são constatadas emissões de efluente, tais como P1, o teor de OD foi muito semelhante ao dos trechos em que essa situação é identificada (P2 e P3). Em relação aos períodos, maiores valores foram encontrados na cheia. Neste estudo, o menor teor de OD na estiagem deve estar associado às temperaturas hídricas mais elevadas registradas na data da coleta (setembro), o que pode ter contribuído para uma baixa solubilidade do gás no meio aquático (BRANCO, 1978). Além disso, é possível que o aumento da turbidez na estiagem tenha interferido na atividade fotossintética (algas e plantas aquáticas) e também provocado a redução do teor de OD (FIORUCCI e FILHO, 2005; BRANCO, 1978).

Condutividade elétrica (CE)

Entre os pontos de coleta, o maior valor de condutividade foi encontrado em P2 (55 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) e o menor em P3 (30 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) no período de águas baixas. Durante as cheias, valor maior foi novamente identificado em P2 (35 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) e o menor em P1 (29 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) (tabela 3). Os valores registrados em P2 indicam que este é o ponto com maior carga de íons na água.

Quando comparados aos valores de condutividade elétrica encontrados por outros pesquisadores em estudos de baías pantaneiras (DA SILVA e ESTEVES, 1995), os valores apresentados por P2 não podem ser considerados elevados. Entretanto, se comparado aos valores registrados junto aos pontos de coleta do presente estudo, o maior valor de condutividade elétrica apresentado por P2 pode estar associado à entrada de efluentes urbanos sem tratamento.

Em relação aos períodos, na estiagem foram registrados os maiores valores de condutividade elétrica, exceto para P3, cujos valores foram idênticos nas duas amostragens; pode-se atribuir o fato de menores valores de CE serem registrados no período chuvoso, à diluição provocada pela entrada de água natural, oriunda das chuvas (IOCCA, 2000; FIGUEIREDO, 1996).

A Resolução do CONAMA 357/2005 não estabelece valores para condutividade elétrica, entretanto, o limite máximo esperado para águas naturais é de 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (BRIGANTE, et al, 2003, SANTOS et al, 2007).

Nitrato

Entre os pontos analisados, o maior teor de nitrato foi encontrado em P2 (1,56 mg/L) e o menor em P3 (0,05 mg/L) no período de águas baixas. Em relação à cheia, valor maior foi novamente observado em P2 (3,7 mg/L) e o teor mais reduzido em P1 (2,0 mg/L) (tabela 3). Os maiores valores de nitrato foram encontrados em P2, nos dois períodos, conforme pode ser observado.

Figueiredo (1996), em seu estudo sobre o rio Cuiabá, também encontrou valores maiores de nitrato nos pontos da bacia cuja emissão de efluente era contínua e em elevada quantidade (áreas urbanas). Em relação ao período, os maiores teores foram identificados na estação chuvosa. A autora atribuiu esta ocorrência à entrada de matéria orgânica proveniente do entorno e do alagamento

da planície (nos pontos situados no Pantanal), o que também poderia ser aplicado ao presente estudo.

A Resolução do CONAMA 357/2005 diz que os corpos d'água enquadrados na "Classe 2" podem conter no máximo 10 mg/L de nitrato. Nenhum dos pontos em estudo alcançou este valor, estando, portanto, dentro dos limites preconizados pela legislação.

Sólidos suspensos e dissolvidos

Para os sólidos suspensos, o valor mais elevado foi atingido por P3 (145 mg/L) e o mais reduzido por P2 (84 mg/L), na estiagem. Já no período chuvoso, P2 (270 mg/L) ampliou seu valor e P1 apresentou o menor número (57 mg/L) (tabela 3).

O valor dos sólidos suspensos registrado em P2, na cheia, deve estar associado à entrada de material alóctone (esgoto e sedimentos) proveniente do córrego Sangradouro, bem como do escoamento superficial da área de entorno.

Na estiagem, os valores de sólidos suspensos são bastante semelhantes. Com a diminuição da turbulência, as partículas maiores (areia) devem ter sofrido deposição, permanecendo suspensas somente as partículas muito reduzidas, justamente aquelas que contribuem para a turbidez.

Quanto aos sólidos dissolvidos, os menores valores foram registrados em P1 (90 mg/L - estiagem e 56 mg/L - cheia) nos dois períodos, assim como os maiores valores por P3 (265 mg/L - estiagem e 190 mg/L - cheia) (tabela 3).

Em todos os pontos, os valores de sólidos dissolvidos foram maiores na estiagem, se comparado à cheia. Segundo Christofolletti (1980), isto ocorre devido à diluição da carga sólida dissolvida frente ao acentuado volume de água típico do período chuvoso.

A resolução do CONAMA 357/05 estabelece o valor máximo de 500 mg/L de sólidos dissolvidos para os corpos d'água enquadrados na "Classe 2". Em nenhum dos pontos este valor foi ultrapassado.

Considerações finais

Embora a maioria dos resultados (temperatura hídrica, turbidez, pH, nitrato e sólidos dissolvidos) tenha permanecido na faixa recomendada pelo Resolução do CONAMA 357/2005 e os valores de condutividade elétrica não tenham extrapolado em relação ao padrão de ocorrência para rios tropicais, os valores registrados em P2 (condutividade elétrica, nitrato e sólidos em suspensão) podem ser um indicativo de que a água neste trecho está sofrendo influência do efluente urbano e do uso do solo.

Os fatores que provavelmente contribuem para esta ocorrência são: localização próxima à confluência do córrego “Sangradouro”, manilhas de efluentes instaladas no entorno, navegação constante, ausência de cobertura vegetal com fortes sinais de erosão nos barrancos e baixa profundidade.

É possível que o trecho correspondente ao P3 – por estar na confluência com P2 – esteja também sofrendo influência do esgoto lançado ao manancial, uma vez que, neste ponto, foram encontrados valores elevados de sólidos dissolvidos. Entretanto, essa hipótese merece ser melhor investigada, pois, além de ter sido apenas uma variável, ela sofreu elevação somente na cheia.

As margens do rio que não são utilizadas para o levantamento de edificações e uma ocupação mais reduzida (P1) apresentaram cobertura vegetal mais contínua e menor área de solo exposto.

Este estudo não pode ser considerado conclusivo, servindo apenas de base para pesquisas futuras. Investigações mais detalhadas, contemplando mais períodos de amostragem devem ser realizadas, a fim de elucidar com mais clareza a influência do uso do solo sobre a qualidade da água do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres.

Referências

AUGUSTINHO, L. A.; FERREIRA, A. R. Impactos ambientais dos efluentes líquidos hospitalares no rio Paraguai, Cáceres – MT. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS-NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 4., 2004, Corumbá. *Anais...* Corumbá, 2004.

BRANCO, S. M. *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1978. 1.214 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP) – Subcomponente Pantanal. Programa Nacional do Meio Ambiente. Análise integrada e prognóstico da bacia do Alto Paraguai. Brasília: MMA/SEMAM/PNMA, 1997. V. 3. 370 p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Textos de epidemiologia para a vigilância ambiental em saúde*. Brasília, 2002. 135 p.

BRASIL. *Resolução nº 357*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, de 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano*. Brasília: MS, 2005. 106 p.

BRASIL. *Portaria nº 2914*. Estabelece os procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 12 dez. 2011.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; POVINELLI, J.; NOGUEIRA, A. M. Caracterização física, química e biológica da água do rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. (Org.). *Limnologia fluvial*. São Carlos: Editora Rima, 2003. P. 55-76.

CARVALHO, N. O. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. *Anais...* Brasília: Departamento de Difusão de Tecnologia, 1986. P. 43-50.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 200 p.

DA SILVA, C. J.; ESTEVES, F. A. Dinâmica das características limnológicas das baías Porto de Fora e Acurizal (Pantanal de Mato Grosso) em função da variação do nível da água. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 1, p. 47-60, 1995.

FERREIRA, J. C. V. *Mato Grosso e seus municípios*. Cuiabá: Editora Buriti, 2001. 660 p.

FIGUEIREDO, D. M. *A influência dos fatores climáticos e geológicos e da ação antrópica sobre as principais variáveis físicas e químicas do rio Cuiabá, estado de Mato Grosso*. 1996. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química e Sociedade*, n. 22, p. 10-16, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidades>>. Acesso em: 30 set. 2009.

- IOCCA, F. A. S. *Caracterização limnológica do córrego Sangradouro nas épocas de seca e de chuva – Cáceres/MT*. 2000. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais) – Universidade de Brasília, Brasília.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Técnicas de pesquisa*. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1986. 231 p.
- LIBANIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 10, n. 3, p. 219-228, 2005.
- MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona: Editora Omega, 1991. 1.009 p.
- MATO GROSSO. Secretaria do Meio Ambiente. *Relatório de Balneabilidade das Praias do Estado de Mato Grosso*. Cuiabá, 2006. 50 p.
- MATO GROSSO. Secretaria de Planejamento. *Censo Econômico dos Municípios*. Cuiabá, 2007. Disponível em: <<http://www.indicador.seplan.mt.gov.br/censo>>. Acesso em: 1º jun. 2010.
- PIMENTA, V. M. S. D.; NEPOMUCENO, J. C.; PAVANIN, L. A. Genotoxicity of water from the Paraguay River near Cáceres-MT, Brazil in the drosophila wing-spot test. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, n. 49, p. 458-466, 2008.
- SANTOS, G. V.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. N. C. Análise hidrológica e sócio-ambiental do córrego Romãos dos Reis, Viçosa (MG). *Revista Árvore*, n. 5, v. 31, p. 931-940, 2007.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente. *Qualidade das águas interiores de São Paulo*. São Paulo: CETESB, 2006.
- SILVA, A.; SOUZA, C.A.; ZANI, H. FREITAS, D.R. Avaliação da 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.
- SOUZA, C. A. *Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica de Ilha de Taiamã (MT)*. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Standard for the Examination of Water and Wastewater, 21st edition, APHA, WEF, AWWA E ICR Microbial Laboratory Manual, U.S EPA, 1996.
- TUNDISI, J. G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima, IIE, 2003. 251 p.
- ZANI, H.; ASSINE, M. L.; SILVA, A. Batimetria fluvial estimada com dados orbitais: um estudo de caso no alto curso da bacia do rio Paraguai com sensor áster. *Geociências*, São Paulo, v. 27 n. 4, p. 555-565, 2008.