

# Aplicação de protocolos de avaliação rápida como ferramenta robusta na qualificação ambiental em dois córregos urbanos que desaguam no Rio Paraguai

## Application of rapid assessment protocols as a robust tool for environmental qualification in two urban streams that flow into the Paraguay River

Ernandes Sobreira Oliveira Junior\*, Thales Ernildo de Lima\*, Alessandro da Silva Poquiviqui\*, Carolina da Costa Tavares\*, Claudete Silveira Damas Machado\*, Cleidiane dos Santos Carvalho\*, Luana Rodrigues de Carvalho\*, Pâmela Rodrigues Miranda\*, Celia Alves de Souza\*

\* Universidade Estadual do Mato Grosso, ernandes.sobreira@gmail.com, lima.thales@outlook.com, hisalessandro@hotmail.com, carolina\_tavares\_5@hotmail.com, klaudete\_machadotnn@hotmail.com, cleidianecarvalho74@outlook.com, lunas2rc@gmail.com, pammirandda@hotmail.com, celiaalvesgeo@globo.com

<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v48i0.69215>

### Resumo

Os córregos urbanos são ambientes bastante utilizados para a disposição de efluentes e amplamente conhecidos pela má qualidade. A má utilização destes ambientes é principalmente decorrente da crescente urbanização e da falta de sensibilização populacional quanto à preservação ambiental. Alguns protocolos de avaliação ambiental são utilizados para a caracterização destes ambientes como ferramentas rápidas subjetivas a dados sensoriais do observador. Este trabalho tem como objetivo analisar dois protocolos de avaliação rápida em dois diferentes córregos urbanos da cidade de Cáceres, Pantanal, Brasil. Os protocolos foram aplicados em quatro trechos de 100 a 200 metros previamente determinados, abrangendo da Nascente a Foz destes. Três observadores foram responsáveis pelas tomadas dos dados sensoriais, enquanto os dados físico-químico e biológicos foram tomados por outro pesquisador. Nossos resultados demonstram que há uma diferença na qualificação ambiental dependendo dos protocolos utilizados. Enquanto um traz o ambiente como alterado, o outro o traz como bom. Trechos dos córregos também apresentaram diferenças entre os protocolos. Houve positiva e significativa relação entre as pontuações dos protocolos aplicados. Os dados físico, químico e biológicos incrementaram a caracterização ambiental dos protocolos, fornecendo dados mais robustos. Assim, esta pesquisa propõe a utilização de novos parâmetros para serem incorporados juntamente com a aplicação dos protocolos para que os ambientes sejam qualificados mais claramente e assim tomadas melhores medidas de manejo ambiental.

**Palavras-chave:** Espaço urbano, manejo da paisagem, despejo de efluentes, protocolos de avaliação rápida

### Abstract

The urban streams are environments highly used as effluent deposition and widely known due to its bad quality. The bad utilization of these environments is mainly due to the growing urbanization and

the lack of the public and individual sensibilization about the environmental preservation. Some protocols for environmental evaluation are used in order to characterize the environment as fast tools to generate sensorial data from the observer. This work aims to analyse two protocols of rapid assessment in two different urban streams of the city of Cáceres, Pantanal, Brazil. The protocols were applied in four patches of 100 to 200 meters ranging from the spring to the mouth. Three observers were responsible for the sensorial data taken, while the physic, chemistry and biological data were taken by another researcher. Our results denote the difference in the environmental quality depending on the used protocol. While one reports the environment as altered, the other reports as good. Patches of the streams also present difference between the protocols. We also found positive and significative relation between the applied protocols. The physic, chemistry and biology data increased the environmental characterization of the protocols, giving robust data. Therefore, this research proposes the utilization of new parameters to be incorporated together with the application of the protocols for clear qualification of the environment for a better management.

**Keywords:** Urban environment, landscape management, effluents deposition, rapid assessment protocols

---

## I. INTRODUÇÃO

“Oh Cáceres querida, que do pensamento não sai. És um pedaço da minha vida. Oh princesinha do Paraguai” (Ênio Arruda, letra da música Cáceres Querida). Quando Ênio Arruda fez a introdução desta música declarando as belezas naturais desta cidade, declamando poeticamente uma análise ambiental lembrou das maravilhas que apresenta. Entretanto, esta cidade vem apresentando um aumento populacional demonstrado pelo IBGE crescendo 0,8% ao ano (entre 2010 e 2018), e hoje em dia estima-se 93.882 habitantes (IBGE, 2010; IBGE, 2018). Este crescimento é também determinado pelas diferenças no uso e ocupação do solo entre os anos de 1986 e 2008, período em que a cidade cresceu consideravelmente e sua área municipal modificou de área predominantemente rural para urbana (Cochev, J. S. et al, 2009) (Figura 01).

---

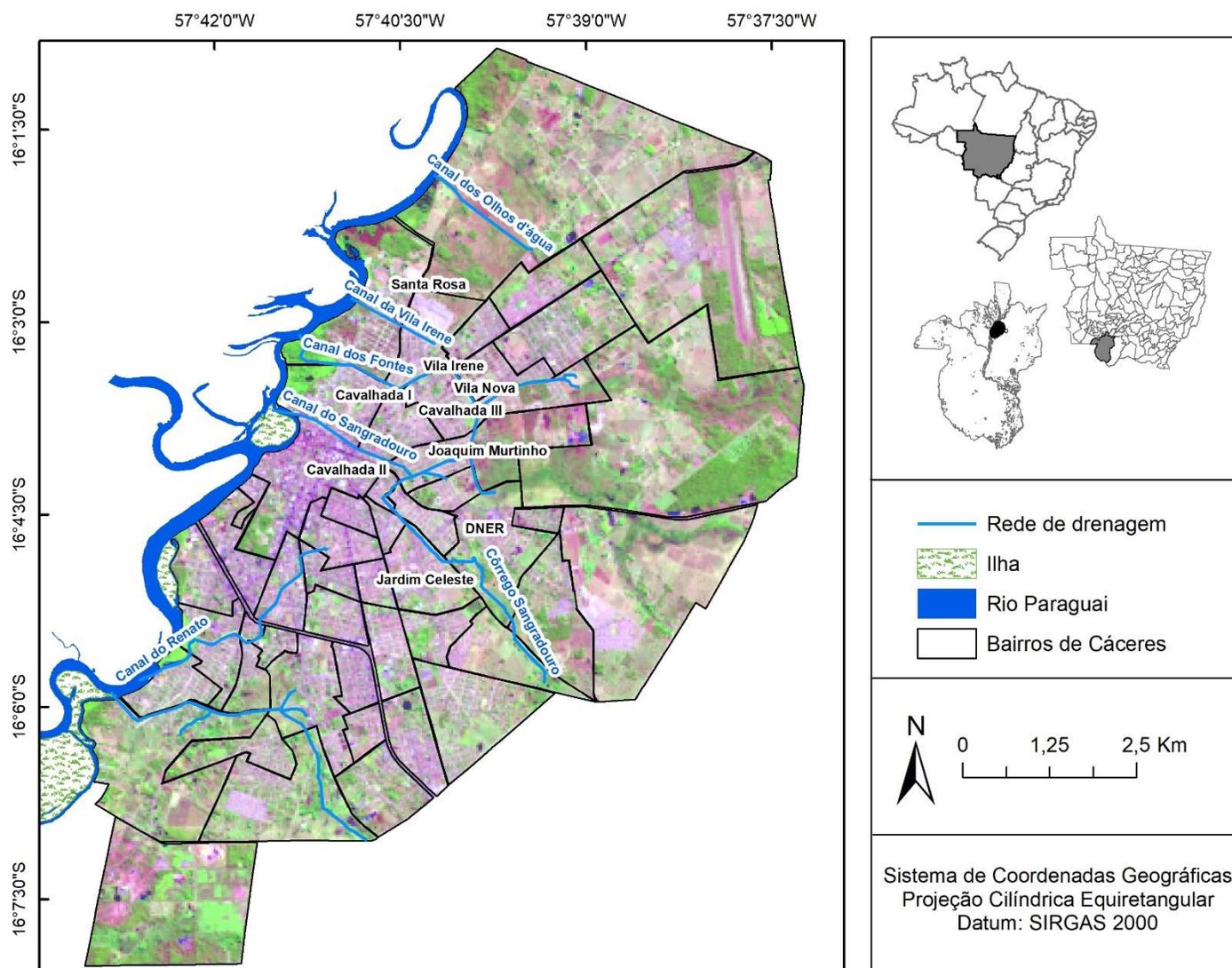


Figura 01 - Área urbana da cidade de Cáceres em 2018.

A cidade está situada entre o Cerrado e o Pantanal, e é beneficiada por quatro principais córregos urbanos que drenam a área municipal em direção ao rio Paraguai (Oliveira-Junior et al 2013). Devido ao déficit em esgotamento sanitário em que somente 59% é tratado neste município (IBGE 2010), os córregos urbanos recebem efluentes (Oliveira-Junior et al 2013), geralmente clandestinos, e têm sido um grande desafio ambiental por vários anos. Este fato é ainda mais acentuado devido as elevadas precipitações regionais, em que os córregos transbordam e provocam inundações urbanas (Dos Santos et al 2017).

A má utilização dos cursos d'água urbanos são reportados rotineiramente na literatura (Tucci, 2008), sendo o crescimento populacional desordenado e a falta de investimentos na infraestrutura de drenagem urbana alguns dos aspectos bastante relevantes para os desafios ambientais. O inchaço populacional em

ambiente urbano tende a crescer, principalmente no Brasil onde 87% da população já vive nos centros urbanos e tende a crescer ainda mais até 2050 (UN, 2018). Desta forma, os córregos urbanos são grandes oportunidades e desafios a serem gerenciados pelo sistema social e público. Até mesmo nos países desenvolvidos há uma dificuldade de manejo, porém grande parte superado até a década de 1990 quando os sistemas de tratamento de águas pluviais passaram a ser sustentáveis (Tucci, 2008). O mesmo autor relata que nos países em desenvolvimento como o Brasil, esse sistema ainda é precário e remonta a década de 70 dos países desenvolvidos.

A qualidade ambiental dos córregos urbanos pode ser avaliada mediante o uso de ferramentas simples de caracterização ambiental fornecendo resultados robustos como por exemplo os protocolos de avaliação rápida (PAR's). Os PAR's são uma tendência devido sua fácil utilização e interpretação dos resultados (Rodrigues e Castro, 2008). No Brasil, vários protocolos têm sido formulados, ou adaptados, no intuito de analisar o ambiente e tem ganhado força em instituições públicas além da comunidade acadêmica (Callisto et al 2002; De Lange et al 2018; Rodrigues et al 2012), e são empregados tanto em escolas de ensino fundamental, até cursos de graduação e pós-graduação (Guimarães et al 2012). O uso dos protocolos se mostra ainda mais eficaz quando associado a valores bióticos (Doll et al 2016).

Variáveis hídricas como o pH, condutividade e temperatura são outros parâmetros que indicam a característica ambiental e são fontes para a avaliação de qualidade (Rigotti et al 2016). Sendo assim, acredita-se que a integração entre os PAR e parâmetros ambientais possam demonstrar com maior nitidez a qualidade ambiental, podendo fazer uma correlação entre as ferramentas de análise ecossistêmica e assim gerar resultados ainda mais robustos para a caracterização ambiental. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar a condição ambiental de três principais córregos que cortam o município de Cáceres-MT através do uso de diferentes protocolos de avaliação rápida integrados com parâmetros ambientais, gerando dados que possam refletir sua qualidade e possíveis ações de melhoria.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Cáceres, a sudoeste de Mato Grosso (Lat: -16.0712 Lon: -57.6930 (Figura 1)) com altitude de 118 metros acima do nível do mar, apresenta uma área de quase 25 mil km<sup>2</sup> e é formada por uma planície sedimentar plana, o que facilita as inundações periódicas (Silva e Abdon 1998). As temperaturas da região apresentam média de 26°C e uma precipitação de 1.335mm anualmente, diferenciando claramente o período

chuvoso, entre outubro e abril, do período de estiagem – entre maio e setembro (Neves et al 2011; Lázaro et al 2020).

Na área urbana do município de Cáceres, dentre os seis córregos urbanos da cidade de Cáceres, os dois que apresentam maior densidade populacional na região circunvizinha foram escolhidos para a análise ambiental. Estes córregos foram seccionados em quatro partes: Nascente, Médio Alto, Médio Baixo e Foz (Figura 2).

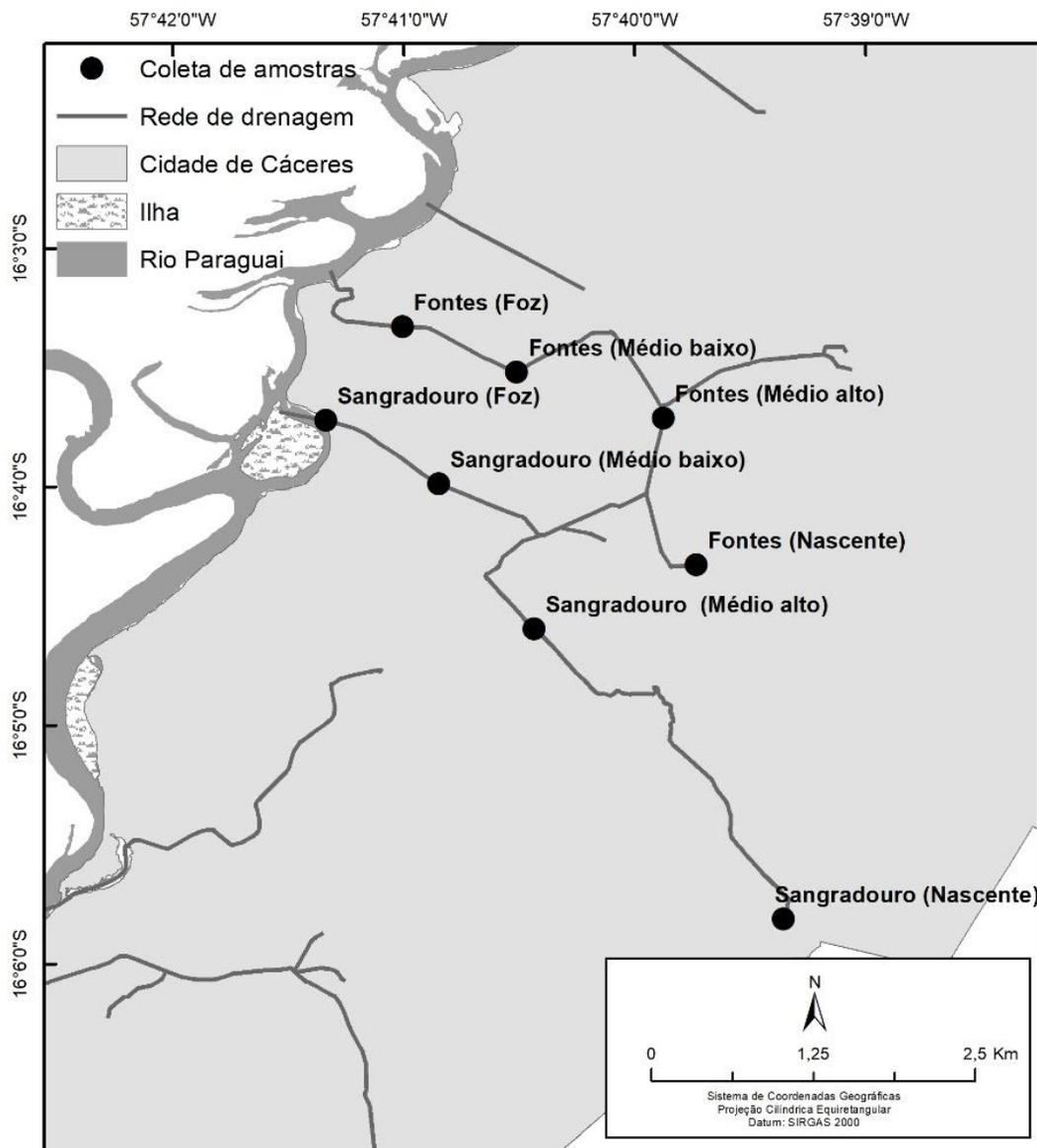


Figura 2 - Localização geográfica dos córregos urbanos da cidade de Cáceres demonstrando suas Nascentes, Médios cursos e Foz.

Protocolos de avaliação rápida (PAR's) e análise físico-química da água foram utilizados para a análise ambiental. Para o PAR utilizou-se Callisto et al 2002 e Rodrigues et al 2012. O Protocolo de Callisto et al (2002) define como resultado dos parâmetros analisados, notas que variam de 0 a 100 pontos no máximo. Locais que apresentam pontuação entre 0 e 40 pontos são considerados como “impactados”; entre 41 e 60 pontos são “alterados”; e acima de 61 pontos são “naturais”. De acordo com o protocolo de Rodrigues et al 2012 os valores somados variam de 0 a 20, contendo 5 parâmetros abordados. Através da média do resultado os ambientes são classificados como de “péssima” qualidade quando com média de 0 a 1; “regular” com pontuação de 1,1 a 2; “boa” qualidade com pontuação entre 2,1 a 3; e de “ótima” qualidade quando a pontuação alcançada está entre 3,1 e 4.

Além disso, parâmetros ambientais foram utilizados como ferramentas para a análise ambiental congregando variáveis subjetivas e objetivas (tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros propostos incluídos além das graduações propostas por Callisto et al (2002) e por Rodrigues et al (2012).

<b>Parâmetros propostos</b>
Número de espécies de plantas aquáticas
Número de espécies de peixes observadas
Número de espécies de aves observadas
Número de espécies de arvores ciliares
Número de espécies de mamíferos/répteis/anfíbios observados
Número de esgotamentos visíveis
Número de casas a beira da margem
Profundidade
Oxigênio
Temperatura
pH
Condutividade
Turbidez

Para a análise físico-química da água, amostragens em tréplicas para cada local de amostragem foram conduzidas utilizando-se sonda multiparamétrica (HQ40d multi, HACH, Loveland, Colorado, U.S.A.) para identificação dos teores de oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade. Para a análise de turbidez foi utilizado o turbidímetro de bancada (AP 2000) em tréplicas. A análise dos resultados dos PAR para a caracterização ambiental dos córregos foi conduzida mediante a interpretação dos índices propostos pelos próprios protocolos (ver resultados). A análise dos parâmetros físico-químicos foi realizada mediante a interpretação estatística dos diferentes cursos dos córregos. A ANOVA unifatorial foi conduzida para a diferenciação dos valores dos protocolos e das variáveis ambientais amostradas entre os diferentes córregos. A ANOVA unifatorial também foi utilizada para a análise dos valores obtidos dos protocolos e das variáveis ambientais nos diferentes cursos em cada córrego. Uma regressão linear entre os protocolos aplicados foi utilizada. A correlação entre as graduações dos protocolos aplicados e os parâmetros ambientais foi realizada mediante correlação de Spearman. Todos os dados com valores de  $P < 0.05$  foram considerados como significativos. As análises estatísticas foram conduzidas no programa SPSS (IBM SPSS Statistics, versão 25, 2017).

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o crescimento da cidade de Cáceres, atributos como a degradação ambiental nas proximidades dos cursos d'água foram evidenciados. Observa-se que a cidade cresceu consideravelmente sua área urbana desde 1984 até 2017, sendo 34 bairros em 1984 e 43 em 2017 (Figura 3). Córregos urbanos que não apresentavam nenhuma influência urbana, hoje em dia apresentam um avanço na ocupação urbana circunvizinha, como o caso do córrego Olho d'água. O número de casas em cada bairro também cresceu, sendo que o córrego dos Fontes está localizado em uma área de alto valor imobiliário e muitas casas têm sido construídas ao seu redor.

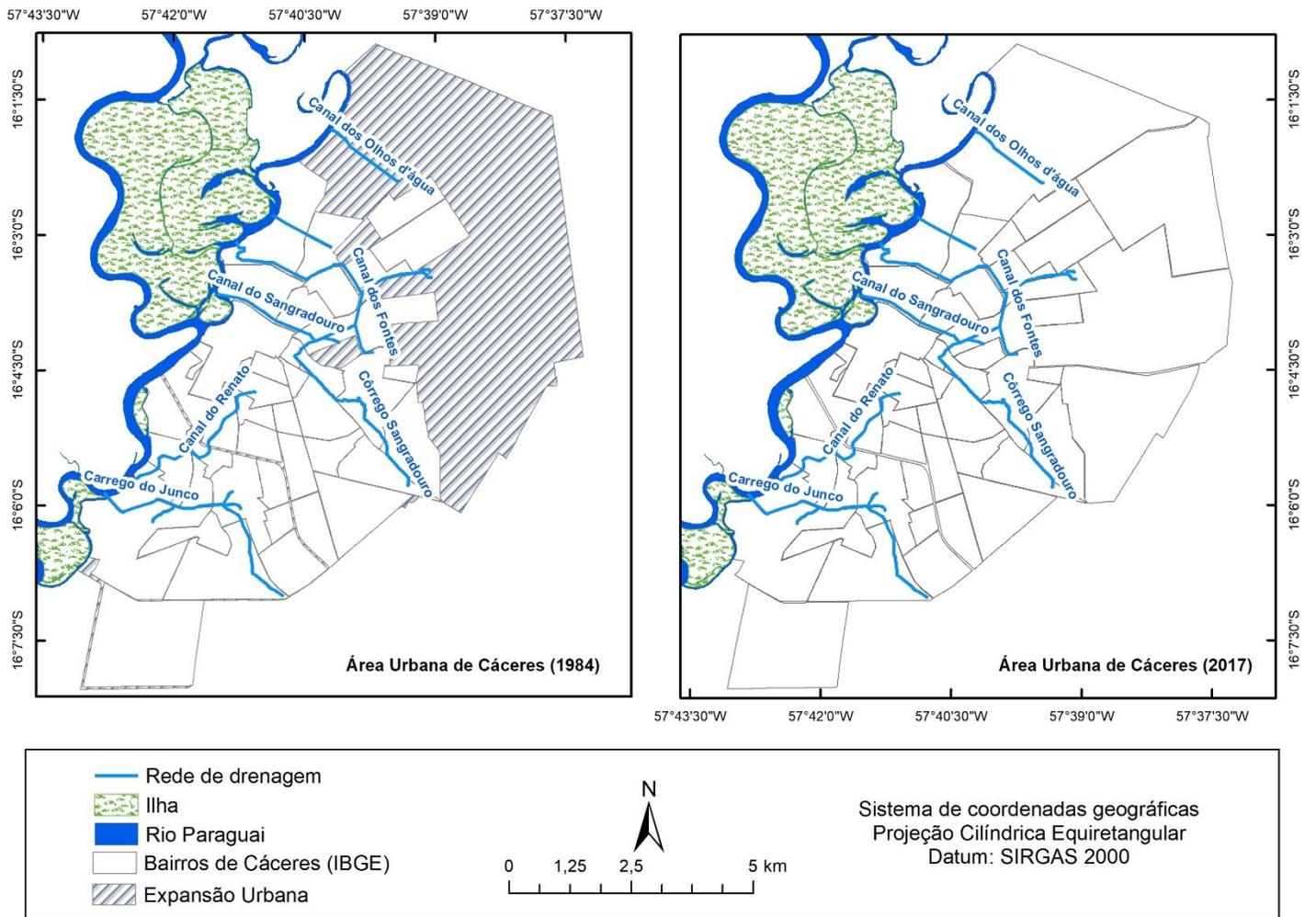


Figura 3 - Área de expansão urbana da cidade de Cáceres em 1984 (esquerda) e 2017 (direita).

Essa expansão urbana pode refletir na caracterização ambiental dos córregos urbanos da cidade, haja vista que há alguns anos há registros de intensa utilização dos córregos para a pesca, como fonte de alimento, bem como para banhos e lazer. Hoje em dia, poucos relatos têm sido evidenciados com relação aos serviços ecossistêmicos providenciados por esses cursos d'água. Além disso, são também fonte de intensa discussão na comunidade local no que tange os riscos para alagamento da cidade, e fonte de despejo de lixo.

### Caracterização Ambiental do Córrego dos Fontes – Protocolo de Callisto et al (2002)

De acordo com os resultados obtidos, podemos observar que com a aplicação do protocolo de Callisto et al. (2002) a Nascente do córrego Fontes foi considerada como impactada. Esta qualificação se dá pela média

da pontuação obtida de 34,66. O leito apresentou-se parcialmente assoreado, com o fundo do leito predominantemente coberto de lama, com inexistência de rápidos e/ou corredeiras e presença de macrófitas. Nas proximidades da Nascente foi possível identificar a atividade de olarias, sendo a matéria prima (argila) da referida atividade econômica advinda do próprio canal fluvial, In loco foi observado presença de animal no leito, garça branca, espécies frutíferas (caju e bananeira) pertencentes à residência localizada nas adjacências da margem esquerda do córrego. Na Nascente identificou-se acúmulo de sedimentos que provavelmente foram removidos do leito anos atrás e depositados nas margens devido ao processo de retificação. Tal mudança pode ter ocasionado o alargamento marginal e instabilidade deste, associado ao processo erosivo acentuado pela falta de vegetação ripária.

Segundo o referido protocolo, o Médio Alto obteve nota média de 32,66, também sendo considerado como impactado. Essa qualificação se deu pela inexistência de vegetação ciliar, retificação do canal, erosão acentuada em ambas as margens, fundo afetado por moderada deposição de sedimentos, menos de 30% dos habitats diversificados e ausência de rápidos. É interessante ressaltar que este ponto não apresentou odor de água e de sedimento mesmo estando com aspecto visível degradado.

Este fato foi completamente contrário ao encontrado no Médio Baixo curso deste córrego, visto que o aspecto visual do ambiente foi agradável devido a presença de mata ciliar e animais. Porém, a água e o sedimento apresentaram forte odor. O Médio Baixo curso também foi caracterizado como impactado, com média de pontuação de 32,33. Apenas a margem direita possui vegetação ciliar e não ultrapassa 12 metros de mancha vegetacional perpendicular ao curso d'água. A margem esquerda apresentou-se instável com erosão acentuada, assoreamento do leito com lâmina d'água entre 25 e 75% do canal, presença de despejo de esgoto doméstico e lixo no leito, odor da água e do sedimento com característica semelhante à de ovo podre, coloração opaca da água (esverdeada), presença de oleosidade na água, tipo de fundo com predominância de pedras e cascalhos, ausência de vegetação aquática e presença de pássaros (popularmente conhecidos como João de Barro, Bem-te-vi).

A Foz do córrego dos Fontes apresentou qualidade alterada, com média de pontuação de 54,66, ponto com maior pontuação obtida pela aplicação do protocolo, portanto, de maior qualidade comparada aos pontos à montante do córrego. Este trecho apresentou abundante vegetação ciliar com extensão superior a 18 metros perpendicular ao curso d'água, ausência de erosão marginal, total cobertura vegetal do leito, ausência de

alterações antrópicas, presença de oleosidade na água, rápidos inexistentes, lâmina d'água escassa e presença de grandes bancos de macrófitas. Neste local foram encontrados o maior número de aves (Figura 4).

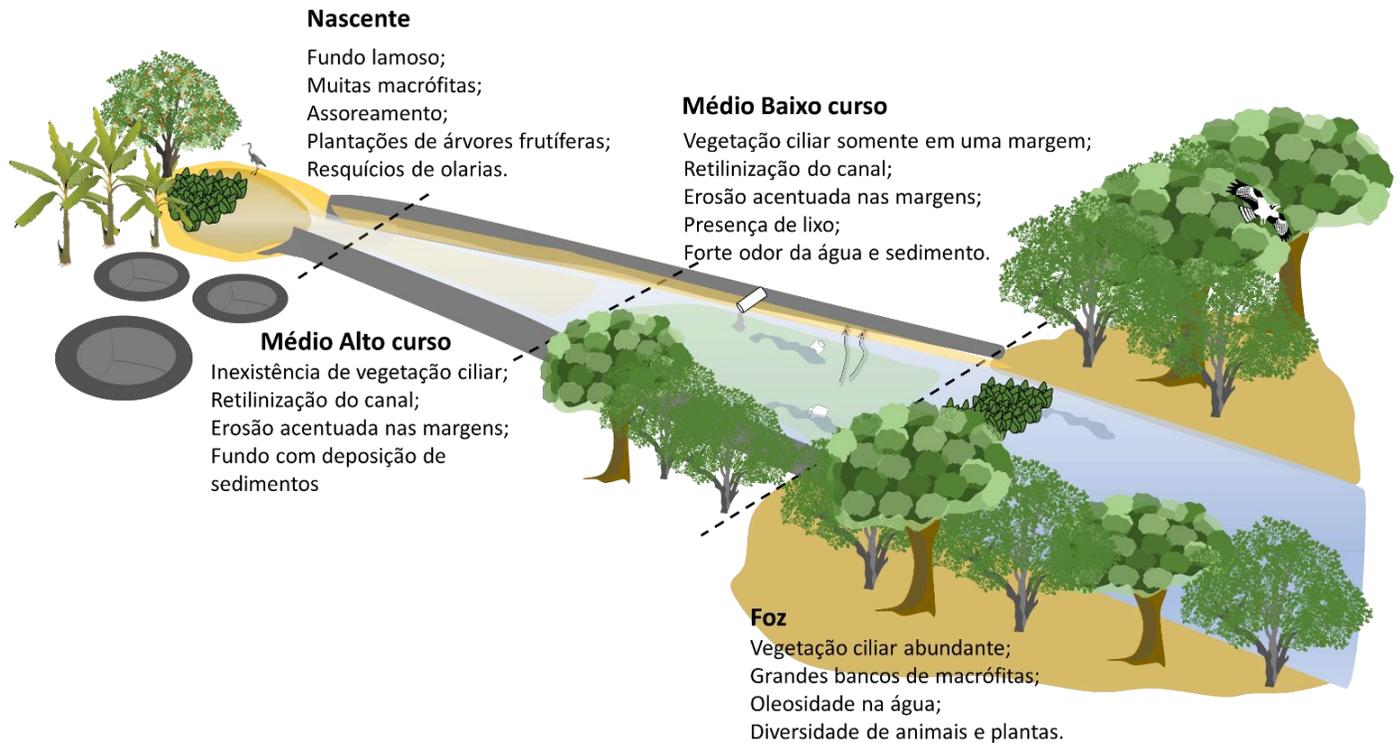


Figura 4 - Desenho esquemático do Córrego dos Fontes demonstrando da Nascente até a sua Foz. Os trechos são diferenciados pela linha preta tracejada. Setas na água indicam odor forte. Manchas na água representam oleosidade. Círculos próximos à Nascente indicam as olarias. Retângulo cinza paralelo ao curso d'água indicam a canalização. Mancha marrom na Foz indica ausência de canalização e presença de mata ciliar.

### Caracterização Ambiental do Córrego dos Fontes – Protocolo de Rodrigues (2012)

Contrário à Callisto et al (2002), o protocolo de Rodrigues et al (2012) qualificou o ponto na Nascente como bom, com nota média de 2,13. Há evidências de que o leito foi explorado por dragagem de material de fundo (areia, argila) e margem direita moderadamente estável e a margem esquerda com potencial erosivo no período da cheia. O Médio Alto curso deste córrego foi qualificado como regular, com pontuação média de 1,8. Destacando-se nesse ponto o parâmetro de deposição moderada de areia e sedimentos finos em formação de barras recentes e antigas. O Médio Baixo curso foi considerado como bom, com pontuação média de 2,26. Nesse ponto os parâmetros em destaque foram: margem direita estável e margem esquerda instável. A Foz foi qualificada como ótima, com pontuação média de 3,73. Tendo os parâmetros em relevância: curso d'água segue

padrão natural, as margens são estáveis e a vegetação do entorno é composta de espécies nativas em bom estado de conservação.

### **Caracterização Ambiental do Córrego Sangradouro – Protocolo de Callisto et al (2002)**

A partir da aplicação do protocolo de Callisto et al (2002), pode-se observar que a Nascente do córrego Sangradouro encontra-se em situação alterada, identificado erosão marginal moderada, retificação do canal, presença de macrófitas no leito, sendo predominante por uma espécie.

O Médio Alto curso encontra-se impactado conforme o protocolo do autor supracitado. Este trecho está localizado no perímetro urbano, com presença de erosão acentuada e retificação do curso do córrego, com cobertura vegetal do leito parcial e oleosidade abundante. A água foi caracterizada com coloração de chá forte e odor desagradável.

No Médio Baixo curso, os resultados foram melhores do que os demais pontos observados, que resultou em uma qualificação de ambiente alterado. Esta localidade está em área urbana/comercial, onde às margens encontram-se cobertas pela vegetação ciliar, conferindo também presença de peixe, oleosidade na água, mau cheiro na água e no sedimento, qualificado como argiloso. A coloração da água foi caracterizada entre esverdeada e cor de chá.

A Foz do córrego Sangradouro está situada próximo da área em que o córrego se encontra canalizado e coberto com cimento, com acúmulo de resíduos sólidos e a água e o sedimento com odor desagradável. Diferentes espécies de peixes foram observadas neste trecho (conhecidos popularmente como Lambari e Cascudo). A vegetação da margem é predominantemente rasteira formada principalmente por gramíneas, com a presença de grandes bancos de macrófitas dentro do canal (Figura 5).



Figura 5 - Desenho esquemático do Córrego Sangradouro demonstrando da Nascente até a sua Foz. Os trechos são diferenciados pela linha preta tracejada. Setas na água indicam odor forte. Manchas na água representam oleosidade. Retângulo cinza paralelo ao curso d'água indicam a canalização. Construções em colorações diferentes denotam região residencial e comercial. Mancha marrom na Foz indica ausência de canalização e presença de solo exposto com algumas gramíneas.

### Caracterização Ambiental do Córrego – Protocolo Rodrigues (2012)

Segundo o protocolo de Rodrigues et al (2012), tanto a Nascente como Médio curso e Foz do córrego Sangradouro encontram-se em condições boas, em todos os parâmetros do referido protocolo. Em geral, não foi identificado lixo na Nascente, diferentemente dos outros pontos, onde a presença de resíduos como: lata de cerveja, sacola plástica, garrafa pet e hastes de ferro de construção foi amplamente reportada. A maior concentração de resíduos sólidos foi avistada na saída da canalização coberta, próximo a Foz.

### Análise Quantitativa dos Protocolos

O córrego dos Fontes apresentou diferenças significativas quando comparados os locais de amostragem de acordo com a aplicação do protocolo de Callisto et al (2002) (ANOVA;  $F = 64.19$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0.05$ ; Figura 6A). Essa diferença se dá somente com relação à Foz, a qual apresentou valores superiores do que os outros pontos amostrais (nota de 57.67 em média). Diferença entre os pontos amostrais também foi observada mediante a

utilização do protocolo de Rodrigues et al (2012), o qual se diferenciou em três grupos Médio Alto com a menor média (média 8); Médio Baixo e Nascente (médias de 10 e 10,67 respectivamente) e Foz (média 18.33), sendo estes grupos considerados significativamente diferentes (ANOVA;  $F = 369,83$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0.05$ ).

A diferenciação na pontuação de cada protocolo é demonstrada mediante a alta variabilidade em alguns pontos de amostragem (Figura 6A e Figura 6B). Isto demonstra que há uma dinâmica espacial considerável variando em pequenos trechos dos cursos d'água. Além disso, devemos destacar que o fator de identificação ambiental do observador reflete nas pontuações obtidas, o que pode ser considerado um ponto negativo na aplicação dos protocolos. Porém essas variações são maiores de acordo com o protocolo de Callisto et al (2002). Assim, destaca-se que a Foz do córrego dos Fontes, e a Nascente do córrego Sangradouro com maiores graduações.

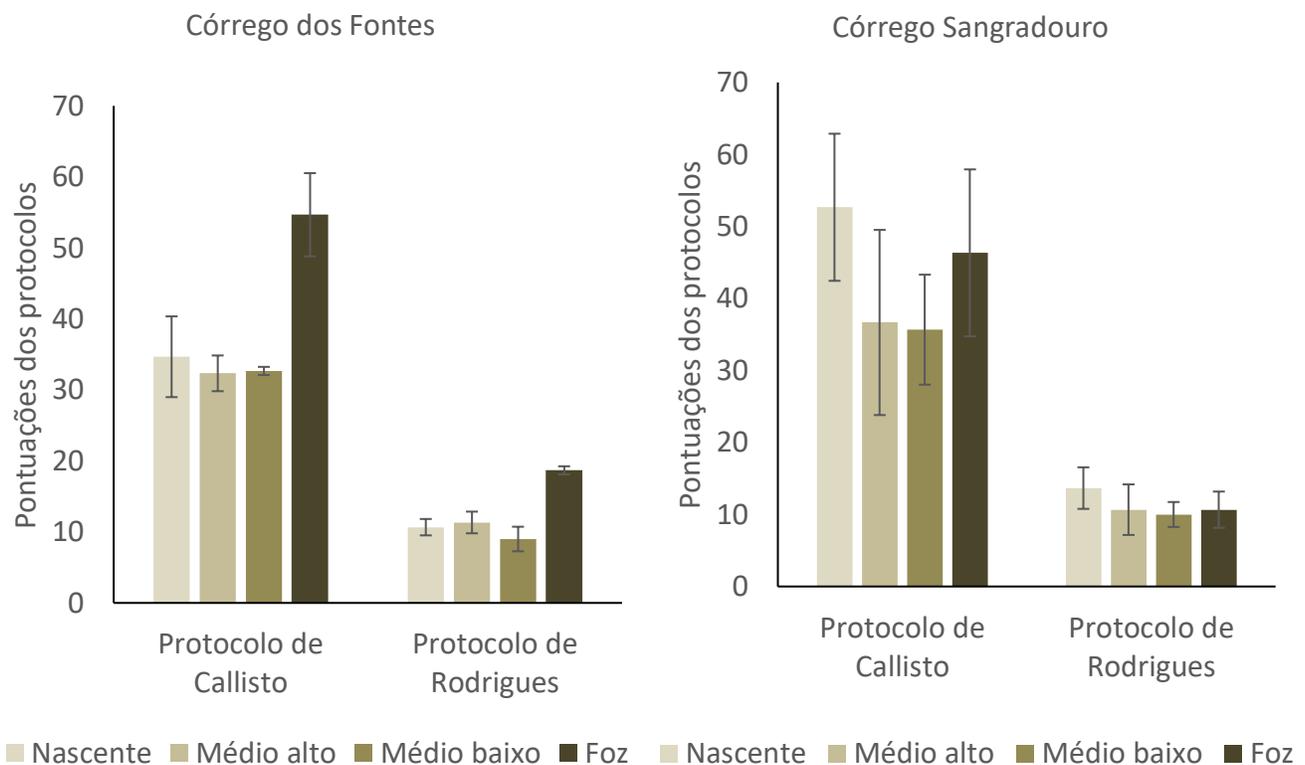


Figura 6 - Resultados médios das pontuações obtidas através das aplicações dos protocolos de Callisto et al (2002) e Rodrigues et al (2012) nos dois córregos nos quatro pontos amostrais.

### Caracterização Físico-Química dos Córregos de Cárceres

Os dois córregos apresentaram características físicas bastante semelhantes, sendo considerados como rasos ( $24 \pm 18$  cm) e estreitos ( $5,9 \pm 3,7$  m). A presença de retificação do canal foi observada em todos os trechos dos cursos d'água (da Nascente até a Foz), com apenas um trecho considerado como não retilíneo por ação antrópica (Foz do córrego dos Fontes).

A mata ciliar foi um aspecto bastante importante na caracterização ambiental, em que a Nascente do córrego foi considerada desprotegida em virtude dos poucos números de árvores marginais. Inclusive, no ponto Médio Alto curso do córrego dos Fontes nenhuma árvore foi observada. Neste mesmo córrego, a dinâmica da paisagem muda em direção a Foz, pois no ponto Médio Baixo mais de dez espécies foram observadas, e na Foz mais de quinze, sendo estas características do ambiente pantaneiro. No córrego Sangradouro, o número de espécies de mata ciliar é bastante reduzida em que somente na Nascente (protegida por propriedade privada) alta riqueza e densidade de árvores foi observada, porém sua Foz é considerada nua, devido a completa ausência de vegetação ripária. O baixo número de vegetação ripária pode também ter levado a um baixo número de espécies de aves observadas.

No córrego dos Fontes o número de espécies de plantas aquáticas variou significativamente entre os pontos amostrais (ANOVA;  $F = 13,94$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0,05$ ;) sendo que a Foz apresentou maior quantidade de espécies de plantas aquáticas, seguido pela Nascente (Figura 7A). O mesmo foi observado para as espécies de animais presentes no ambiente (libélulas, borboletas, anfíbios, abelhas, moscas), em que a Foz e a Nascente foram os locais com maior riqueza (ANOVA;  $F = 9,70$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0,05$ ; Figura 7B). No córrego Sangradouro, o Médio Baixo curso foi aquele com maior número de espécies de plantas aquáticas, e somente a rápida passagem de animais (como descrito acima) foram observados.

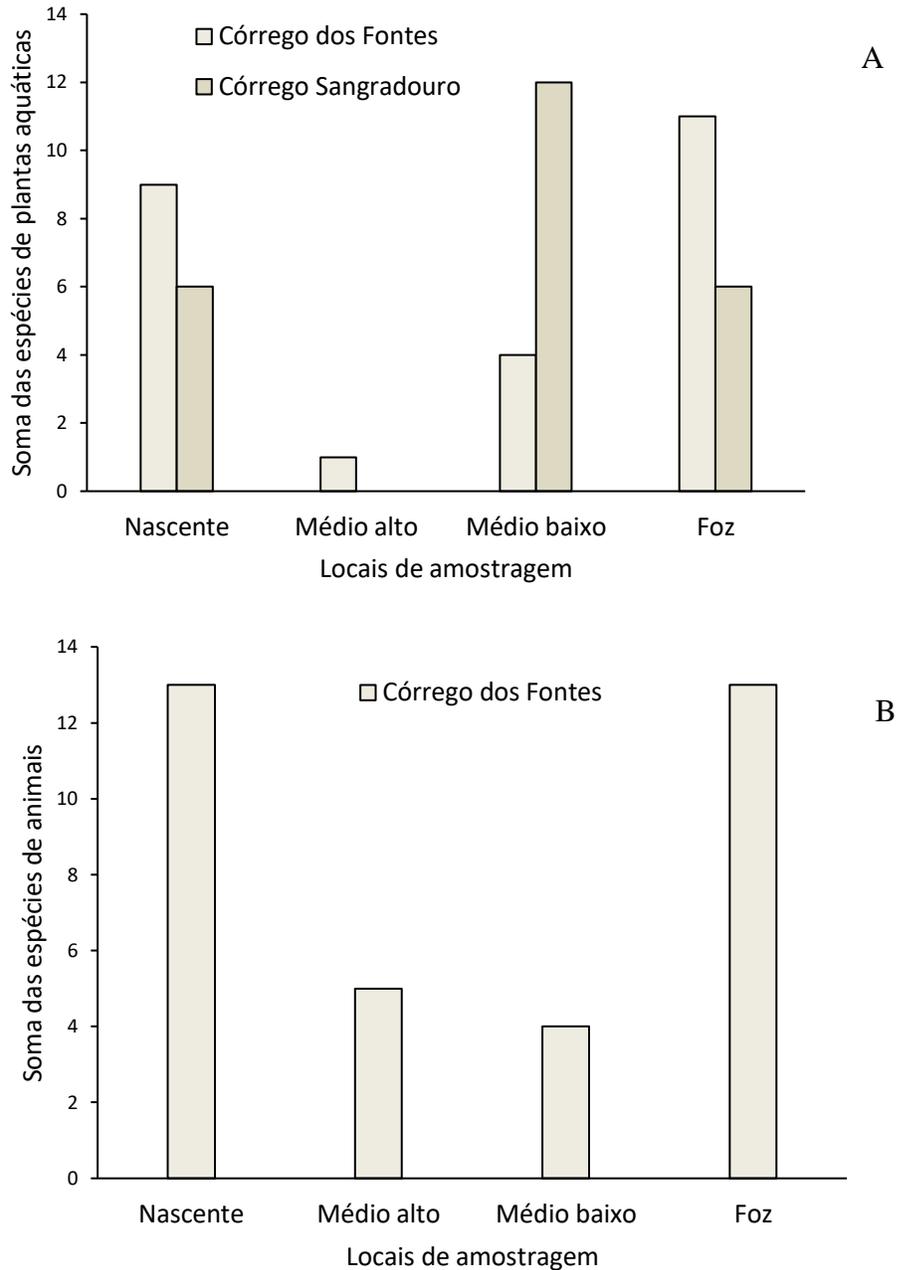


Figura 7 -Número total de espécies de plantas aquáticas (A) e animais (B) de acordo com os pontos de amostragem do córrego dos Fontes.

Baixos teores de oxigênio em geral foram observados ( $2,8 \pm 2,0$  mg/L) com valores médios mais baixos no córrego Sangradouro (Figura 8A). A Nascente do córrego dos Fontes apresentou os maiores valores de oxigênio do que sua Foz (ANOVA;  $F = 81,65$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0.05$  para o córrego do Fontes; e  $F = 4,71$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0.05$

para o córrego Sangradouro). A turbidez também foi outro fator significativamente diferente entre os pontos amostrais, com maiores valores em direção a Foz do córrego dos Fontes (Figura 8B; ANOVA;  $F = 21,80$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0.05$ ), e contrariamente, maiores nos pontos amostrais em direção a nascente no córrego Sangradouro, porém sem diferença significativa. A temperatura variou entre 29,5oC e 34,6oC não apresentando diferença significativa entre os pontos amostrais. A condutividade apresentou valores mais altos nos locais de curso intermediários tanto do córrego dos Fontes quanto do Sangradouro (Figura 8C; ANOVA;  $F = 83,31$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0.05$  para o córrego dos Fontes; e  $F = 28,86$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0.05$ ), assim como o pH (Figura 8D; ANOVA;  $F = 76,65$ ;  $n = 3$ ;  $P < 0.05$ ).

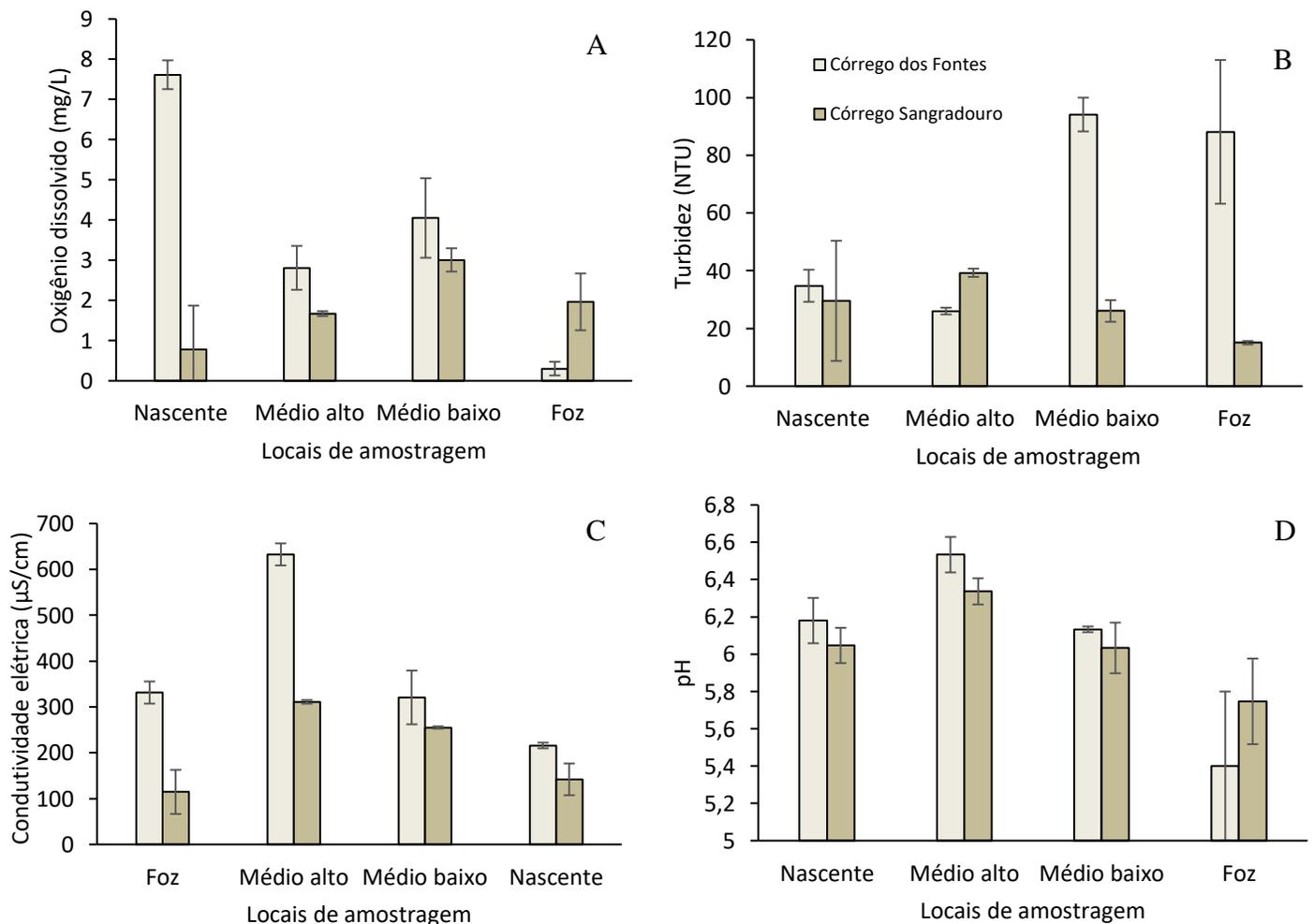


Figura 8 - Valores médios dos parâmetros ambientais incluídos para a análise ambiental. (A) oxigênio dissolvido; (B) Turbidez; (C) Condutividade elétrica; (D) pH. Barras de erro denotam o desvio padrão.

Os protocolos utilizados apresentaram valores semelhantes no que tange a média geral para os cursos d'água, não havendo diferença significativa entre as pontuações para Callisto et al (2002) e Rodrigues et al (2012) entre os córregos amostrados (Figura 9A). Uma relação positiva entre as graduações dos protocolos de Callisto et al (2002) e Rodrigues et al (2012) foi encontrada ( $R^2 = 0,18$ ;  $P < 0.05$ ) indicando uma tendência de similaridade entre as pontuações obtidas para cada local amostrado (Figura 9B). Entretanto observou-se que de acordo com a qualificação ambiental fornecida pelos dois protocolos, Callisto et al (2002) classificou ambos os córregos como impactado/alterado, enquanto que Rodrigues et al (2012) qualificou como situação boa.

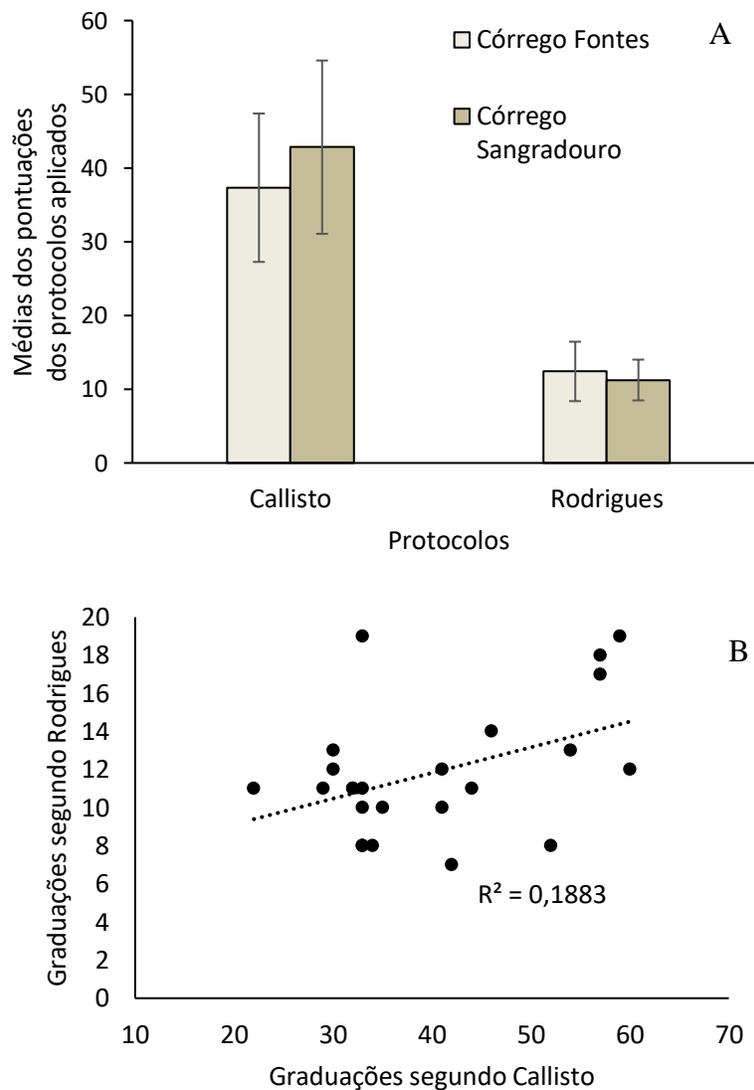


Figura 9 - Pontuações dos protocolos de Callisto et al (2002) e Rodrigues et al (2012) nos dois córregos analisados considerando todos os pontos amostrais (A); e correlação entre as graduações obtidas em cada protocolo (B).

No que tange a comparação entre as variáveis limnológicas e a pontuação dos protocolos, a correlação de Spearman demonstrou que somente para o córrego dos Fontes o oxigênio foi um fator significativo, correlacionado com o protocolo de Rodrigues et al (2012) ( $\rho = 0,63$ ;  $P < 0.05$ ). Outros fatores não foram significativos. Parâmetros de análise ambiental devem ser utilizados como ferramentas que demonstrem os valores objetivos do ambiente, diminuindo a característica subjetiva dos protocolos de avaliação rápida. A baixa correlação entre as graduações dos protocolos aplicados e os parâmetros ambientais analisados com a utilização da sonda multi-paramétrica demonstra que o uso dos protocolos deve ser associado a valores objetivos, haja visto que os aspectos visuais nem sempre relatam aquilo que o ambiente caracteriza.

O investimento na economia cacerense voltada para a crescimento da cidade se deu devido ao desenvolvimento da pecuária, principalmente (Soares et al 2017). O grande avanço da pecuária levou também a uma dinâmica da vegetação na área municipal, com grande destaque para o aumento do desmatamento, e sua influência na cultura dos cidadãos (Do Carmo e De Araújo, 2017). Destaca-se como principais alterações ambientais na área urbana deste município, o crescimento populacional e o crescimento no número de residências, porém com a precariedade de saneamento básico (IBGE, 2010). Essa precariedade de saneamento básico destina grande parte do esgoto e lixo da população urbana para os córregos urbanos (Oliveira-Junior et al 2013).

Nossos resultados também corroboram com essa caracterização, considerando-se que os dois córregos de drenagem urbana deste município analisados nesta pesquisa possuem o serviço ambiental principalmente de despejo de esgoto, se tornando ambientes desagradáveis para os seres humanos e até mesmo para espécies nativas do local. Entretanto, diferenças foram observadas em trechos destes corredores fluviais. Dentre os pontos amostrais desta pesquisa poucas espécies de plantas aquáticas e animais foram observados ao longo de todo o curso, sendo que até mesmo a supressão total da vegetação ripária foi realizada, condizendo com o déficit de vida encontrado.

Estes resultados são fruto das qualificações dos protocolos utilizados, os quais indicaram ambientes entre “impactado e alterado” para Callisto et al 2002, e “bom” para Rodrigues et al 2012. Todavia, os pontos de amostragem diferem conforme as graduações propostas por estes autores. Callisto et al., 2002 possui um maior número de parâmetros a ser analisado enquanto Rodrigues et al 2012 se resume a 5 parâmetros. Assim, através da aplicação dos protocolos destaca-se que mesmo Rodrigues et al (2012) considerando o ambiente bom, a falta de detalhamento restringe a uma maior propensão a identificações simplistas. Já Callisto et al (2002) apresenta

uma maior subjetividade, devido ao maior número de parâmetros, porém maior robustez quanto ao resultado final.

Dentre os locais de amostragem desta pesquisa é interessante ressaltar que o ponto Médio Baixo dos dois córregos apresentou alta riqueza de espécies de mata ciliar, no córrego dos Fontes devido a falta de urbanização do local, tendo em vista que neste ambiente vários lotes se encontram vazios ou à venda, e no córrego Sangradouro devido a urbanização local. Outros autores sugerem que os córregos urbanos descaracterizam a vegetação nativa, com substituição de espécies para uma paisagem quase que totalmente alterada (Costa e Pires, 2017). Este fato pode também ter sido a razão do baixo número de espécies de aves encontradas neste estudo. Embora o tempo investido para a observação deste grupo biológico, além do horário do dia para os avistamentos sejam fatores determinantes para a realização de censos da avifauna (Costa-Braga, et al., 2014), a pouca diversidade botânica, principalmente de espécies arbóreas, corresponde com a baixa riqueza de espécies de aves.

A biodiversidade aquática também foi considerada bastante impactada, principalmente a comunidade de peixes. A qualidade do solo pantaneiro, geralmente lamoso, possui uma coloração natural de chá-preto devido a grande quantidade de nutrientes e de carbono orgânico dissolvido (CALHEIROS et al., 1997), e essa qualidade pode ter impedido a observação de espécies de peixes. Além disso, essa grande quantidade de nutrientes disposto na água reduz o oxigênio dissolvido (referencia), e poucas espécies de peixes resistem a baixos níveis de oxigênio como os encontrados nesta pesquisa, tais como os cascudos – Loricariidae (Powers, et al 1978) . Baixos níveis de oxigênio na Foz do córrego dos Fontes podem estar relacionados a decomposição de macrófitas aquáticas, as quais reduzem o oxigênio e ocasionam um odor forte no ambiente (Bottino, 2011). Mesmo o protocolo de Callisto et al (2002) conferindo a este ambiente uma qualificação de impactado, a característica ambiental da decomposição de macrófitas aquáticas naturalmente ocorre nos banhados em período de estiagem no Pantanal, fazendo com que os níveis de oxigênio sejam reduzidos (Rubianes, et al 2016).

Altos valores de turbidez para os pontos amostrais em direção a Foz do córrego dos Fontes, pode estar correlacionado ao fato de que no ponto Médio Alto deste curso d'água há grande despejo de efluentes, e em sua Foz altamente coberto por plantas aquáticas. Como reportado previamente a turbidez é uma característica de qualidade ambiental, sendo que ambientes menos turvos tendem a apresentar menor impacto ambiental (Von Sperling, 2005).

Mesmo que os protocolos utilizados tenham apresentado uma relação positiva, observa-se que a qualificação destes se diferenciou estatisticamente, enquanto Callisto et al (2002) qualificou o ambiente como alterado, Rodrigues et al (2012) qualifica como bom. Desta forma, indicamos que o uso de um protocolo que congregue um detalhamento mais preciso do ambiente seja utilizado, para que não haja um viés simplista na caracterização ambiental.

### **Medidas de manejo**

Algumas medidas de intervenção podem auxiliar a solucionar os problemas ambientais que ocorrem nos córregos estudados, tais como:

- Realizar projeto de planejamento de ações mitigatórias em macro escala para todos os córregos da cidade de Cáceres, com participação do público e privado, bem como a sociedade local;
- Cercar a Nascente de acordo com a legislação vigente para ambiente pantaneiro;
- Investir na recuperação de Nascentes com incentivo governamental conforme projeto de lei 1465/2015 que concede benefícios (isenção e desconto no ITR e/ou incentivo fiscal com crédito rural e menores juros) ao proprietário e em contra partida a sociedade em geral;
- Reflorestar as margens de todo o córrego com prévio planejamento das especiais existentes pontualmente no local ou no entorno, a ser executado com subsidio e participação da sociedade, do município e da atividade privada;
- Implementar a disposição de gramíneas na extensão dos córregos com a finalidade de permitir maior infiltração da água, impedindo saturação precoce do solo ao entorno e ao mesmo tempo reduzindo processos erosivos das margens e assoreamento;
- Garantir a filtragem do excesso de nutrientes da água por meio de macrófitas pantaneiras;
- Criar mecanismo de incentivo governamental por meio de sensibilização social com aplicação na educação ambiental e projeto de lei;
- Criar barreiras e/ou telas para contensão do assoreamento dos córregos, permitindo em períodos chuvosos maior vazão;

#### IV. CONCLUSÃO

Nosso estudo indica que o protocolo de Callisto et al (2002) mostrou-se mais extenso e com maior nível de detalhes, ainda que o mesmo apresente algumas opções dos parâmetros que não se enquadram as especificidades de alguns ambientes. Contudo, constatou-se que alguns parâmetros do protocolo atribuem pontuação zero para características naturais do ambiente, embora estas não são características que o desqualifica, por exemplo, a oleosidade da água presente na Foz advinda da decomposição das plantas aquáticas, normal para a região em épocas de estiagem. Da mesma forma, nem toda água transparente representa boa qualidade, porém o protocolo atribui pontuação máxima conforme os resultados encontrados nesse estudo, por exemplo para níveis baixos de oxigênio encontrados em águas transparentes. O protocolo proposto por Rodrigues et al (2012) é reduzido a menos parâmetros o que o torna menos subjetivo, com menos nível de detalhamento e, conseqüentemente, de rápida aplicação. A significativa correlação entre os protocolos indica o uso dos dois protocolos para uma melhor caracterização da área. Além disso, a caracterização ambiental deve abranger as variáveis físico, químicas e biológicas, fornecendo dados ainda mais robustos.

#### V. REFERÊNCIAS

- Bottino, F. Diversidade, Biomassa e Decomposição de macrófitas aquáticas no reservatório Itupararanga – SP. Tese. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 128p. 2011.
- Calheiros, D. F.; Ferreira, C. J. A. Alterações limnológicas no rio Paraguai (decoada) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-grossense - MS. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 49 p. 1997.
- Callisto, M.; Ferreira, W.; Moreno, P.; Goulart, M.D.C.; Petrucio, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- Cochev, J.S., Neves, S.M.A.S., Neves, R. J., Casarin, R., De Campos, J. M. Análise espaço-temporal do uso do solo de Cáceres, MT, através de imagens de sensoriamento remoto e SIG. II Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.765-775. 2009.
- Costa, M. I. F.; Pires, M. G. Levantamento dos impactos ambientais em áreas de preservação permanentes (APPS) urbanas em Porangatu - GO. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*. Curitiba. v. 13(6). 2017.
- Costa-Braga, D.; Casthologe, V. D.; Srbek-Araujo, A. C.; Roper, J. J. Riqueza de espécies e eficiência de métodos de amostragem de aves em ambientes antropizados inseridos em área de mata atlântica de tabuleiro. *Natureza on line*, 12 (5): 212-215. 2014.
- De Lange, W. J., Genthe, B., Hill, L., e Oberholster, P. J. (2018). Towards a rapid assessment protocol for identifying pit lakes worthy of restoration. *Journal of Environmental Management*, 206, 949–961. 2018.
- Do Carmo, J. A.; De Araújo, R. Uso/ocupação do solo no rio Paraguai entre os bairros Cavallhada I e Centro –

Cáceres – Mato Grosso. *Ciência Geográfica* – Bauru. v21(1): p 184-197. 2017.

Dos Santos, L., Zamparoni, C.A.G.P., Soares, J.C. Susceptibilidade a inundações no perímetro urbano de Cáceres-MT. *Cadernos de Geografia*. v.27, n.51. p. 623-641. 2017.

IBGE. Estimativas da população em 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22374-ibge-divulga-as-estimativas-de-populacao-dos-municipios-para-2018>>. Acesso em: 12 de março de 2019.

IBGE. Censo de 2010. Disponível em:

<<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>> Acesso em: 19 de fevereiro de 2019.

Neves, S.M.A.S., Nunes, M.C.M., e Neves, R.J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT-Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. *B.goiano.geogr.* Goiânia, v. 31, n. 2, p. 55-68. 2011.

Oliveira Junior, E. S.; Buhler, B. F.; Muniz, C. C.; Furlan, A. O. Córregos urbanos do município de Cáceres-MT, Brasil: um olhar para a conservação. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 17, p. 3268-3274. 2014.

Powers, D. A.; Fyhn, H. J.; Fyhn, U. E. H.; Martin, J. P.; Garlick, R. L.; Wood, S. C. Estudo comparativo de equilíbrio de oxigênio no sangue de 40 gêneros de peixes da Amazônia. *Acta Amazônica*, 8(4) : 87-112. 1978.

Rigotti, J. A.; Pompêo, C. A.; Fonseca, A. L. D'O. Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial *Rev. Ambiente e Água*, vol. 11 n. 1. p 85-97. 2016.

Rodrigues et al. Adequação e avaliação da aplicabilidade de um protocolo de avaliação rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-sudeste do quadrilátero ferrífero, MG, Brasil. *Revista Ambiente & Água*. v. 7. n. 2. P 231-244. 2012.

Rodrigues. A.S.L.; Castro, P.T.A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n.1, p.161-170, 2008.

Rubianes, J. C., Denis Cajas, R. J.; Meyer, J. F. C. A., Rubianes, J. A. I. Modelagem da depleção de oxigênio dissolvido pela presença de macrófitas aquáticas. *Biomatemática*. 26 (2016), 179–188. 2016.

Silva, J. S. V.; Abdon, M. M. Delimitação do pantanal brasileiro e suas sub-regiões. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.33, Número Especial, p.1703-1711. 1998.

Soares, J. C. O.; dos Santos, L.; Caldas, J. A. P. A pecuária bovina no município de Cáceres-MT: reflexos no contexto socioeconômico. *Ciência Geográfica* – Bauru. v21(1): p 184-197. 2017.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. *Estud. av.*, São Paulo, *SciELO*, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

UN. Percentage of population residing in Urban areas by major areas, region and country, 1950-2050. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population division, 2009. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>. Acesso em 15/10/2018.

Von Sperling, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto*. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 588 p.