

**ANÁLISE DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS E SEUS IMPACTOS SOBRE A
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO LAJEADO, CAMPO GRANDE/MS, BRASIL**

ANALYSIS OF ANTHROPIC ACTIVITIES AND THEIR IMPACTS ON THE QUALITY
OF SURFACE WATERS IN THE LAJEADO STREAM BASIN, CAMPO GRANDE/MS,
BRAZIL

Stephany Freitas Bobadilha¹

Resumo: A ocupação urbana e as atividades antrópicas desenvolvidas nas áreas de bacia hidrográfica podem refletir na qualidade das águas superficiais devido aos seus impactos. O descarte indevido de resíduos sólidos, lançamentos de efluentes tratados indevidamente e o desmatamento da mata ciliar, são exemplos que contribuem para a degradação ambiental. A Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado é a segunda maior fonte de água para o abastecimento do município de Campo Grande – Mato Grosso do Sul, portanto, devido a sua importância, esta pesquisa tem como objetivo a análise dos impactos produzidos por atividades antrópicas que ocorrem próximas as Áreas de Proteção Permanente (APP) dos cursos de água, a partir de dados obtidos através do uso de bioindicadores como uma ferramenta complementar ao monitoramento já realizado. Os macroinvertebrados bentônicos são os organismos aquáticos mais utilizados para este fim, devido a sua resposta eficaz quanto a poluição das águas, possibilitando analisar a sua qualidade de acordo com as famílias encontradas. Sendo assim, foram feitas coletas de amostras na Bacia Hidrográfica do Lajeado no período de seca (dezembro/2018) e chuvoso (março/2019) para a identificação dos macroinvertebrados, quantificação e aplicação de índices mundialmente conhecidos, obtendo como resultado o comprometimento da qualidade destas águas superficiais. Espera-se que esta pesquisa possa contribuir com novos projetos, além da elaboração de políticas públicas para a conservação das bacias hidrográficas municipais.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; bioindicadores; macroinvertebrados bentônicos

Abstract: The urban occupation and anthropogenic activities in basin areas may reflect the quality of surface waters due to their impacts. Improper disposal of solid waste, improperly treated effluent discharges and deforestation of riparian forests are examples that contribute to environmental degradation. The Lajeado hydrographic basin is the second largest source of water for the supply of the county of Campo Grande - Mato Grosso do Sul, therefore, due to its importance, this research aims to analyze the impacts produced by anthropic activities that occur near the Permanent Protection Areas of the watercourses, from data obtained through the use of bioindicators as a complementary tool to the monitoring already done. Benthic macroinvertebrates are the most commonly used aquatic organisms for this purpose, due to their response to water pollution, allowing to analyze the water quality according to the families found. Thus, samples were taken in the Lajeado hydrographic basin during the dry season (December/2018) and rainy season (March/2019) to identify macroinvertebrates, quantify and apply world-known indices, resulting in poor quality of these surface waters. It is hoped that

¹ Graduada em Bacharel de Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). E-mail: stephanyfreitasb@gmail.com

this research can contribute to new projects, as well as public policies for the conservation of municipal hydrographic basins.

Key words: hydrographic basin; bioindicators; benthic macroinvertebrates.

Introdução

Bacia hidrográfica é uma área de captação natural de água pluvial, que é drenada por um corpo de água principal e seus afluentes, escoando para um único ponto de saída (FIKLER, 2012), apresentando-se como a unidade ambiental mais adequada de recorte geográfico para tratar de questões de planejamento e gestão ambiental e mais apropriada para estudos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos (SCHIAVETT & CAMARGO, 2002), sendo utilizada para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

As atividades antrópicas desenvolvidas na área de uma bacia hidrográfica, podem contribuir com a sua degradação ambiental e afetar a qualidade das águas superficiais, um dos recursos mais importantes para a sobrevivência dos seres vivos (BACCI & PATACA, 2008). Moraes & Jordão (2002) destacam as ações antrópicas como uma das principais ameaças para este recurso, devido a pressão imposta sobre o meio ambiente para suprir as necessidades humanas e os impactos causados afetam a disponibilidade de água potável.

A ANA – Agência Nacional de Águas, estima que de 97,5% da água disponível no planeta é composta por água salgada e apenas 2,5% de água doce e deste 2,5%, apenas 1% são águas superficiais, que são caracterizadas por águas que escoam pela superfície sem infiltrar no solo, formando assim os rios riachos, córregos e lagoas, sendo uma das principais fontes de água para o abastecimento urbano devido seu fácil acesso (ANA, 2007).

Segundo Moraes & Jordão (2002), existem poucas regiões do planeta ainda não foram afetadas pela poluição da água doce disponível, resultando em degradação da qualidade destas águas. As causas mais comuns são os esgotos domésticos não tratados ou tratados de forma inadequada, localização errada de indústrias e a falta de controle do despejo de seus efluentes, destruição da bacia de captação por desmatamentos e práticas agrícolas deficientes. Ainda afirmam que dentro da ideia geral de poluição também são incluídos vários processos que alteram a qualidade das águas, como contaminações bacteriológicas e químicas, eutrofização e assoreamento, envolvendo então processos de ordem física, química e biológica.

Portanto, para a avaliação da qualidade das águas, os bioindicadores têm se revelado como uma ferramenta importante na caracterização de ambientes impactados, a partir de dados obtidos através de pesquisas com bactérias do grupo de coliformes e organismos aquáticos,

principalmente os macroinvertebrados bentônicos, sendo os que respondem melhor às mudanças ambientais, atualmente utilizados como uma ferramenta complementar para os parâmetros físicos e químicos que já são comumente utilizados (BABICK & RHODEN, 2018).

Callisto, Moretti & Goulart (2001) atribuem a escolha dos macroinvertebrados bentônicos como ferramenta de biomonitoramento devido a vários fatores, como: ciclo de vida suficientemente longo, que favorece a detecção de alterações ambientais; tamanho do corpo relativamente grande, sendo possível ser visto a olho nu; técnicas já padronizadas mundialmente e com um custo relativamente baixo; e uma grande variedade de espécies com níveis diferentes de tolerância a poluição.

Concordando com os autores supracitados, locais poluídos geralmente possuem baixa diversidade de espécies e uma elevada densidade de organismos dos grupos mais tolerantes. Afirmam que:

“Comunidades bentônicas necessitam de um certo tempo para estabelecer suas populações, que por sua vez necessitam de condições ambientais próprias para a sua permanência no meio. A partir deste ponto, atuam como monitores contínuos das condições ecológicas dos rios, indicando tanto variações recentes quanto as ocorridas no passado, decorrentes do lançamento de efluentes industriais e que tenham afetado a qualidade das águas (p. ex. contaminação por metais pesados) e a diversidade de habitats” (CALLISTO, MORETTI & GOULART, 2001, p. 72)

Desta forma, esta pesquisa objetivou a análise geográfica quanto as atividades antrópicas que ocorrem na Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado (BHCL) nas proximidades da Área de Proteção Permanente (APP) e suas as características ambientais. Também, investigou-se os impactos existentes sobre a qualidade das águas superficiais, analisada a partir de índices bióticos mundialmente reconhecidos, como o BMWP (Biological Monitoring Working Party) que utiliza os macroinvertebrados bentônicos como ferramenta biológica e o índice de Shannon-Weaver para o cálculo da diversidade biológica.

Material e métodos

A Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado está localizada no município de Campo Grande, capital do estado de Mato Grosso do Sul, sendo composta pela drenagem dos córregos Lajeado, Lajeadozinho, Estribo e Poção (SEMADUR, 2018). A bacia encontra-se dividida entre o perímetro urbano e a área rural do município, tendo uma parcela de área protegida criada a partir do Decreto Nº 8265 de 27 de Julho de 2001 (CAMPO GRANDE, 2001), denominada Área de Proteção Ambiental (APA) do Córrego Lajeado, onde está situada uma das estações de

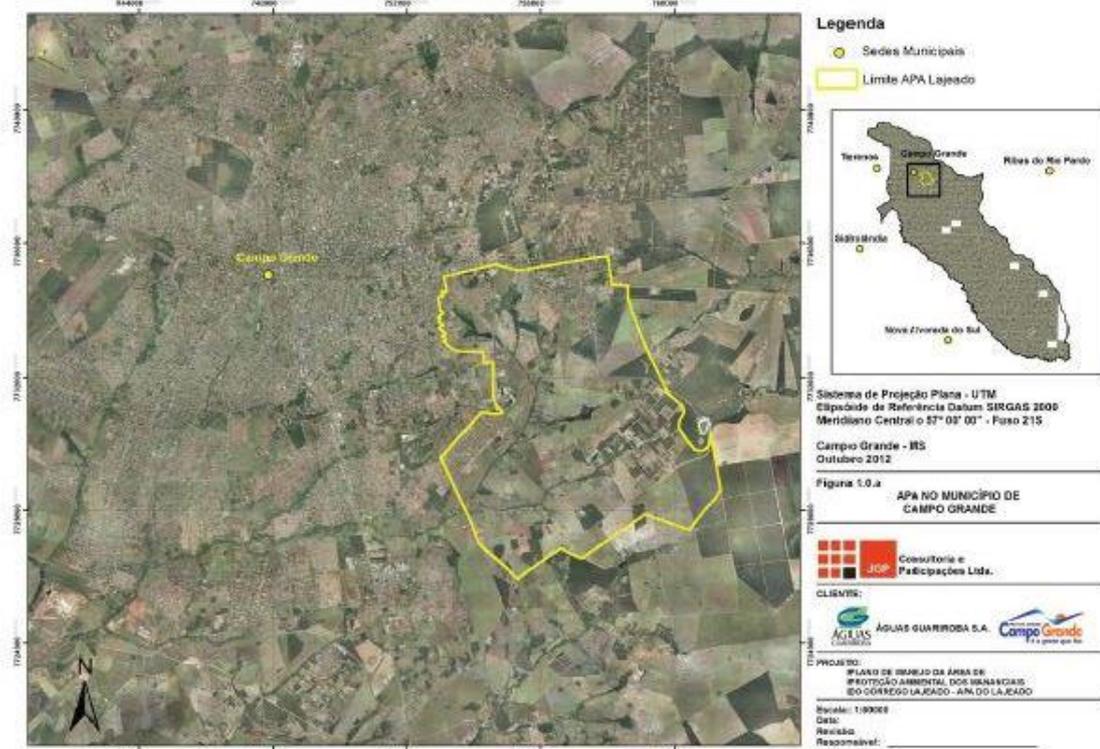
captação de água que abastece a cidade, sendo a segunda maior fonte do total de água consumida pela população de Campo Grande (SEMADUR, 2018).

As Figuras 1 e 2 apresentam as delimitações da bacia do Córrego Lajeado, sendo a Figura 1 o mapa a partir de arquivos vetoriais disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Campo Grande para o perímetro urbano e a Figura 2, o mapa de localização da APA Lajeado constante no Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Lajeado (CAMPO GRANDE, 2012).

Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado no perímetro urbano, município de Campo Grande/MS.



Figura 2: Limite da Área de Proteção Ambiental (APA) do Córrego Lajeado, Campo Grande/MS.



Fonte: Plano de Manejo da APA do Córrego Lajeado (CAMPO GRANDE. 2012).

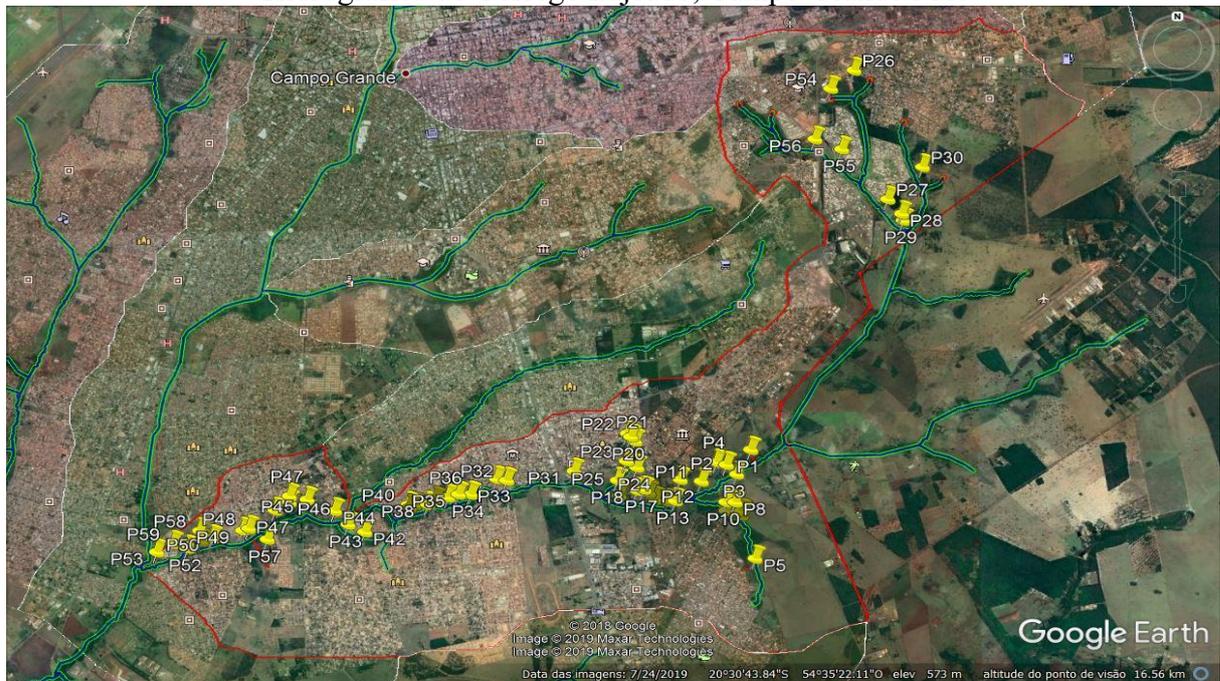
Para a análise geográfica de uso e ocupação do solo nas proximidades dos cursos de água, procedeu-se a delimitação das Áreas de Proteção Permanente (APP), estabelecida a partir da Lei Nº 12.651 de 25 maio de 2012 (BRASIL, 2012), que define como APP uma faixa de 30 metros de distância para cada margem dos corpos de água que tenham a largura máxima de 10 metros (Figura 3).

A partir desta delimitação, analisando as imagens de satélite através do programa Google Earth PRO (GOOGLE, 2019), foi realizada a localização de atividades antrópicas próximas aos limites da APP, sendo marcados por pontos, utilizando-se ferramentas do programa (Figura 4).

Figura 3: Mapa de delimitação de APP na Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande/MS.



Figura 4: Localização de atividades antrópicas próximas aos limites das APPs, Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande/MS.



Fonte: Google Earth PRO. Adaptado pela autora, 2018.

Para complementar o biomonitoramento da qualidade da água, as ferramentas estatísticas são muito utilizadas por fornecer informações a partir dos dados coletados, caracterizando a área estudada através de parâmetros e variáveis, servindo para diversos objetivos como similaridades e diferenças entre períodos e pontos de amostragem, reconhecer parâmetros de acordo com as tendências espaciais e temporais, identificar pontos de poluição e analisar, por exemplo, as relações geográficas de uso e ocupação do solo (TRINDADE, 2013).

Sendo assim, foi utilizado o índice BMWP, adaptado por Junqueira *et al.* (2000), a partir das famílias (*taxa*) de macroinvertebrados bentônicos encontrados e o Índice de Shannon-Weaver (SHANNON & WEAVER, 1964) para a diversidade biológica.

As coletas foram realizadas em dois períodos, dezembro de 2018 (antes do início das chuvas) e março de 2019 (período das chuvas).

Foram selecionados oito pontos de coleta (Figura 5), pré-definidos pelo Programa Córrego Limpo Cidade Viva, desenvolvido pela SEMADUR – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana, em parceria com a Concessionária Águas Guariroba, que monitoram a qualidade das águas dos córregos municipais a partir de parâmetros físicos, químicos e coliformes termotolerantes como um parâmetro biológico (SEMADUR, 2018). Os pontos foram nomeados de acordo com as iniciais do Córrego Lajeado, seguido dos números de 1 a 8.

Figura 5: Pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande/MS.



A coleta dos macroinvertebrados bentônicos no leito dos corpos de água foi realizada utilizando-se coletor do tipo Surber com área de 30x30cm e malha de 250 μm , com o auxílio de uma concha para recolher os sedimentos com profundidade aproximada de 10 centímetros. Estes foram colocados em sacos plásticos e formolizados a 4%, *in locu*, para a preservação dos espécimes. As amostras foram recolhidas em tréplica, preferencialmente nas margens e no centro.

A etapa seguinte foi a lavagem das amostras com o auxílio de uma peneira cuja malha possui abertura de 0,5 mm para o descarte de partículas menores. Depois de formolizadas as amostras foram conservadas em álcool a 70%. A triagem foi feita no laboratório com o auxílio de mesa de luz e os macroinvertebrados foram armazenados em pequenos recipientes para, posteriormente, serem identificados e quantificados.

Para identificar os macroinvertebrados bentônicos foi utilizado um estereoscópio e chaves dicotômicas de identificação, sendo o Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do estado do Rio de Janeiro (MUGNAL, NESSIMIAN & BAPTISTA, 2010) o principal material utilizado, complementando com trabalhos como o de Merrit & Cummins (1996) para identificá-los em nível de Família e fazer a contagem para cada amostra coletada.

Quadro 1: Valores atribuídos às famílias de macroinvertebrados bentônicos a partir do índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)

| FAMÍLIAS | VALOR |
|--|-------|
| Siphionuridae, Gripopterygidae, Odontoceridae, Helicopsychidae, Hidroscaaphidae, Leptophlebiidae | 10 |
| Perlidae, Philopotamidae, Psephenidae, Microsporidae, Pyralidae, Noctuidae, Calopterygidae, Libellulidae, Aeshnidae, Hebridae, Leptohyphidae | 8 |
| Polycentropodidae, Hydrobiosidae, Leptoceridae, Staphylinidae, Coenagrionidae, Vellidae, Glossosomatidae, Hydroptilidae | 7 |
| Nepidae, Ancylidae, Unlonidae, Dixidae, Hydropsychidae | 6 |
| Elmidae, Gomphidae, Naucoridae, Gerridae, Belostomatidae, Corixidae, Mesovelidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Dugesliidae, Simuliidae, Tipulidae, Baetidae | 5 |
| Dysticidae, Chrysomelidae, Corydalidae, Pscicolidae, Ceratopogonidae, Empididae, Gelastocoridae | 4 |
| Physidae, Sphaeridae, Planorbidae, Glossiphonidae, Athericidae, Tabanidae, Erpobdelidae | 3 |
| Chironomidae, Psychodidae, Stratiomyidae, Syrphidae, Ephidridae | 2 |
| Sciomyzidae, Culicidae, Oligochaeta (todos) | 1 |

Fonte: JUNQUEIRA *et al.*, 2000.

O índice BMWP, de acordo com a adaptação de Junqueira *et al* (2000), utiliza as Famílias encontradas, atribuindo-lhes um valor de acordo com a sua tolerância à poluição do ambiente, variando de 1 a 10, sendo os de maior valor atribuído aos macroinvertebrados menos resistentes

à poluição e os de menor valor aos mais resistentes (Quadro 1) e com a somatória dos valores das famílias encontradas, a água pode ser qualificada de Péssima a Excelente (Quadro 2).

Quadro 2: Qualidade da água de acordo com o valor obtido no índice BMWP.

| BMWP | CLASSIFICAÇÃO |
|-------|---------------|
| >81 | Excelente |
| 80-61 | Boa |
| 60-41 | Regular |
| 40-26 | Ruim |
| <25 | Péssima |

Fonte: JUNQUEIRA *et al.*, 2000.

Com as famílias identificadas e com a contagem dos indivíduos foi possível utilizar de índices que contribuem com percepção da qualidade das águas superficiais, citados anteriormente, realizados com o auxílio do software livre LibreOffice, no modelo de planilhas. A diversidade de Famílias foi calculada pelo índice de Shannon-Weaver (SHANNON & WEAVER, 1964) utilizando a fórmula $H' = -\sum(\pi)(\ln.\pi)$, sendo π a divisão entre o número de indivíduos de uma família pelo número total de indivíduos da amostra, e o resultado é a somatória para cada família encontrada da amostra. O valor varia de 0 a 1, sendo um a confirmação de maior diversidade de famílias.

Para complementar os dados, foi calculado a densidade para cada amostra, que consiste na divisão do número total de indivíduos pela área do coletor surber, resultando em uma estimativa para metro quadrado, e sua riqueza é caracterizada pelo número bruto de *taxa* encontrados.

Resultados e discussão

Analisando as imagens de satélite observou-se que a região da BHCL se apresenta com um grau de urbanização importante e com inúmeras atividades antrópicas no perímetro urbano e na área rural. A marcação de atividades antrópicas e impactos nas proximidades das APPs da bacia resultou em um total de 61 pontos (Figura 6), sendo eles: 18 pontos com tanques de piscicultura ou açudes; 10 pontos de propriedades rurais; 8 pontos de horticultura; 6 pontos com processos erosivos; 6 pontos de ocupações irregulares; 4 pontos de depósito de resíduos sólidos;

3 residenciais, sendo um deles o complexo Dahma de alto padrão; 2 empreendimentos e 4 atividades não identificadas.

Figura 6: Marcação das atividades antrópicas nas proximidades das APPs da BHCL, Campo Grande/MS.



Fonte: Google Earth PRO. Adaptado pela autora, 2019.

Em pesquisa de campo, além das ocupações irregulares, constatou-se outros problemas ambientais como deposição de resíduos sólidos, assoreamento e erosão (Figura 7). Nos pontos de coleta registrou-se importante quantidade de resíduos nas margens dos corpos de água, inclusive permeando a mata ciliar. Muitos pontos possuem a formação de bancos de areia, tendo o exemplo do ponto LAJ01 como um ponto crítico em que o fluxo da água é praticamente interrompido pelos sedimentos, retornando o seu fluxo a jusante, onde a mata ciliar novamente está presente.

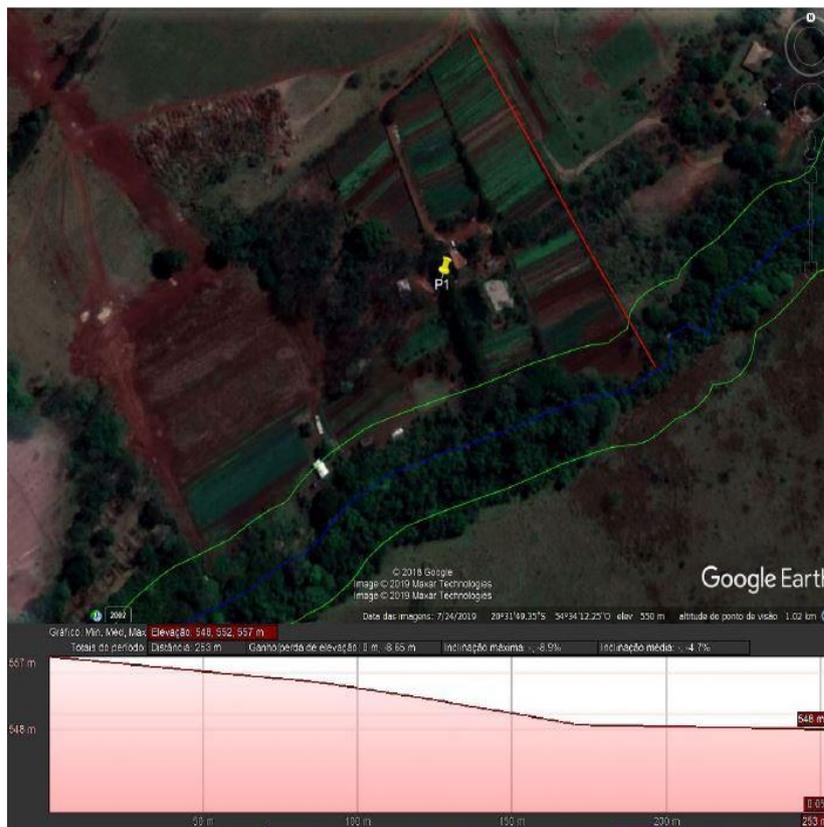
Figura 7: Problemas ambientais encontrados ao longo do Córrego Lajeado em Campo Grande/MS. (A) Interrupção do fluxo causado pelo assoreamento, ponto LAJ01; (B) Formação de banco de areia; (C) Resíduos sólidos depositados próximos ao corpo de água; (D) Resíduos sólidos às margens do Córrego Lajeado.



Fonte: A autora, 2018.

As atividades antrópicas contribuem para a degradação ambiental, principalmente as de horticultura ou agricultura desenvolvidas sem manejo correto, em que, a possibilidade de despejo de resíduos químicos é maior se houver o uso de agrotóxicos, prática comum nesses casos. A agricultura convencional com o uso de agrotóxicos e fertilizantes aceleram os processos de transporte do solo, nutrientes e agroquímicos que poluem as águas (GONÇALVES *et al*, 2005). Nos pontos de atividade de horticultura, através da ferramenta de visualização do Perfil de Elevação no programa Google Earth PRO, é possível ver a declividade do terreno, mostrando que resíduos físicos e químicos podem, facilmente, ser carregados até os córregos pela ação da chuva, por exemplo. Na Figura 8, a linha traçada para o perfil de elevação marca a declividade de nove metros entre o ponto mais distante da área cultivada até as margens do córrego.

Figura 8: Perfil de elevação na área cultivada próximo ao Córrego Poção na BHCL, Campo Grande/MS.



Fonte: Google Earth PRO. Adaptado pela autora, 2019.

O quadro a seguir apresenta as características ambientais observadas durante as pesquisas de campo, realizadas em dezembro de 2018 e março de 2019.

Quadro 3: Características ambientais observadas na pesquisa de campo, em dezembro de 2018 e março de 2019.

| PONTO | CARACTERÍSTICAS GERAIS |
|-------|---|
| LAJ01 | Pouca mata ciliar, gramíneas, presença de resíduos sólidos, pouca água, praticamente sem fluxo, interrupção do corpo d'água por sedimentos, presença de peixes, raso; Fundo arenoso com cascalhos e matéria orgânica. |
| LAJ02 | Área úmida, buritizal, vereda, travessia de animais, árvores altas, pouco resíduo sólido, variação no fluxo de água; Fundo arenoso com cascalhos. |
| LAJ03 | Mata ciliar presente, buritizal, ausência de resíduo sólido, água transparente; Fundo arenoso com matéria orgânica e pouco cascalho. |
| LAJ04 | Mata ciliar presente, resíduos sólidos presentes; Fundo arenoso. |
| LAJ05 | Mata ciliar presente, ausência de resíduos sólidos, assoreamento, presença de peixes; Fundo arenoso. |
| LAJ06 | Mata ciliar presente, assoreamento, ausência de resíduos sólidos; Fundo arenoso com cascalhos. |
| LAJ07 | Mata ciliar presente, pouco resíduo sólido, fluxo maior. Fundo arenoso com muito cascalho. |
| LAJ08 | Mata ciliar presente, resíduo sólido presente, ocupação irregular às margens, presença de peixes; Fundo arenoso e em uma parte, muito argiloso. |

Fonte: A autora, 2019.

Considerando as características ambientais entre o período de seca e de chuva, foi observado em campo algumas diferenças na segunda coleta realizada, como o aumento dos resíduos sólidos presentes nas margens do córrego e o aumento de pontos de erosão com características de desprendimento do solo e depósito dos sedimentos. Observou-se que o nível e o fluxo da água aumentaram, sendo considerado também a presença de resíduos sólidos nas raízes expostas na calha do córrego que indicam o nível máximo da água atingido no período de chuva.

Quanto ao índice BMWP, os resultados indicam o comprometimento da qualidade das águas superficiais dos córregos da BHCL, sendo que os quadros a seguir mostram as famílias encontradas e os valores obtidos de acordo com a adaptação de Junqueira *et al.*, (2000), nas duas coletas realizadas.

Tabela 1: Índice BMWP da coleta realizada em dezembro de 2018.

| FAMÍLIAS | VALOR BMWP | NÚMERO DE INDIVÍDUOS | | | | | | | |
|----------------------|------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | LAJ01 | LAJ02 | LAJ03 | LAJ04 | LAJ05 | LAJ06 | LAJ07 | LAJ08 |
| Oligochaeta | 1 | 491 | 157 | 191 | 1 | 9 | 68 | 125 | 26 |
| Culicidae | 1 | 2 | - | - | - | 1 | 2 | - | - |
| Chironomidae | 2 | 1553 | 213 | 89 | 71 | 311 | 120 | 4338 | 546 |
| Ephydriidae | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Nematoda | 2 | - | 7 | 1 | - | - | - | 1 | - |
| Ceratopogonidae | 4 | 9 | 2 | 3 | - | 1 | - | - | 1 |
| Simuliidae | 5 | 31 | 1 | 1 | - | 2 | 7 | 118 | 5 |
| Hydrophylidae | 5 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Tipulidae | 5 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Baetidae | 5 | - | - | 5 | - | 2 | 5 | 6 | 6 |
| Elmidae | 5 | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - |
| Gomphidae | 5 | - | - | - | - | 1 | 1 | - | - |
| Oligoneuriidae | 5 | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Hydropsychidae | 6 | - | 1 | 4 | 1 | - | - | 4 | 11 |
| Hydrobiosidae | 7 | - | - | 9 | - | - | - | - | - |
| Libellulidae | 8 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Aeshnidae | 8 | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - |
| BMWP | | 29 | 40 | 37 | 14 | 23 | 32 | 21 | 23 |
| CLASSIFICAÇÃO | | Ruim | Ruim | Ruim | Péssimo | Péssimo | Ruim | Péssimo | Péssimo |

Fonte: A autora, 2019.

Tabela 2: Índice BMWP da coleta realizada em março de 2019.

| FAMÍLIAS | VALOR BMWP | NÚMERO DE INDIVÍDUOS | | | | | | | |
|----------------------|---------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | LAJ01 | LAJ02 | LAJ03 | LAJ04 | LAJ05 | LAJ06 | LAJ07 | LAG08 |
| Oligochaeta | 1 | - | 1 | 5 | - | - | - | - | 22 |
| Chironomidae | 2 | 113 | 3 | 1 | 18 | 1 | - | 7 | 3 |
| Hydrobiidae | 3 | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| Ceratopogonidae | 4 | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| Simuliidae | 5 | 2 | - | - | - | - | 2 | - | - |
| BMWP | | 7 | 3 | 3 | 5 | 4 | 5 | 2 | 3 |
| CLASSIFICAÇÃO | | Péssimo | Péssimo | Péssimo | Péssimo | Péssimo | Péssimo | Péssimo | Péssimo |

Fonte: A autora, 2019.

Observou-se que na segunda coleta houve redução no número de famílias e de indivíduos. Uma possível explicação é consequência do período chuvoso pois os macroinvertebrados encontram-se no leito do córrego e com o aumento da correnteza os mesmos são carregados pela força da água (ABÍLIO *et al.*, 2007). Além disso, mudanças drásticas podem ocorrer na composição física e química da água no período chuvoso, uma vez que o solo ocupado adjacente é lavado e parte escoada para os fundos de vale onde estão os riachos trazendo consigo substâncias, elementos e componentes do solo da bacia. (DORES & DE-LAMONICA-FREIRE, 1999). Para a realização da coleta neste período foi esperado, de acordo com o protocolo, três dias sem chuva para que as comunidades bentônicas se reestabelecessem, sendo assim, a coleta representou a realidade do período chuvoso.

Com relação ao período de estiagem, observou-se aumento no número de indivíduos e de famílias. Na ausência de chuvas o ambiente aquático tende a uma estabilidade maior inclusive com heterogeneidade de habitats, o que proporciona o estabelecimento de inúmeros grupos de invertebrados (BUENO, BOND-BUCKUP & FERREIRA, 2003). Para além, as características da água nem sempre refletem diretamente e instantaneamente as formas de uso do solo à sua volta, sendo menor a chance de que material lixiviado chegue aos corpos de água (DORES & DE-LAMONICA-FREIRE, 1999).

Foram encontrados dezoito *taxa* somando os dois períodos, 17 na seca e 5 no chuvoso. A classe das Oligoquetas e a família Chironomidae estão presentes em 100% dos pontos no período de seca, enquanto, respectivamente, 37,5% com Oligochaeta e 87,5% com Chironomidae no período chuvoso. Registra-se que estes grupos são conhecidos por possuírem alta resistência a ambientes poluídos e são comuns em cursos de águas de bacias antropizadas (CALLISTO *et al.*, 2002).

De acordo com o Relatório Anual da Qualidade das Águas Superficiais do ano de 2018, do Programa Córrego Limpo (SEMADUR, 2018), no 4º trimestre do monitoramento da

qualidade da água, com os dados obtidos a partir da análise dos parâmetros físicos e químicos, em todos os pontos a qualidade da água foi qualificada como boa. É importante ressaltar que estes parâmetros possuem uma resposta pontual e os organismos macroinvertebrados por sua vez indicam a qualidade em um período de tempo maior, por ser uma comunidade que responde as alterações ambientais, tornando-se assim um fator importante a ser considerado quanto a real qualidade das águas superficiais, que de acordo com o BMWP calculado as águas do córrego Lajeado se enquadram apenas nas qualificações como Ruim e Péssima (JUNQUEIRA & CAMPOS, 1998).

O relatório anual também aponta como fatores de pressão nos córregos as atividades de pesqueiros, que foram identificadas anteriormente nas ações antrópicas, e a presença de poluições difusas e possíveis contribuições de lançamentos clandestinos de efluentes.

A tabela a seguir apresenta os resultados do índice de diversidade de Shannon-Weaver (SHANNOS & WEAVER, 1964) e também traz a somatória das famílias (*taxa*) e o cálculo de densidade (ind/m²).

Os pontos nomeados na Tabela 7 foram separados de acordo com as características ambientais e, em campo, foi possível classificá-los em “menos impactados” e “mais impactados” a partir de observação da pesquisadora. Os resultados obtidos do índice de diversidade e densidade confirmam o observado.

Tabela 3: Diversidade calculada pelo índice de Shannon-Weaver e densidade das famílias de macroinvertebrados bentônicos encontrados na BHCL, Campo Grande/MS.

| 1ª coleta - PERÍODO DE SECA (13/dez/2018) | | | | |
|--|------|------------|-------------|---------------------------------|
| MENOS IMPACTADO | | | | |
| PONTO | TAXA | INDIVÍDUOS | DIVERSIDADE | DENSIDADE (ind/m ²) |
| LAJ02 | 9 | 385 | 0,38 | 4277,78 |
| LAJ03 | 9 | 304 | 0,48 | 3377,78 |
| LAJ04 | 4 | 74 | 0,09 | 822,22 |
| LAJ06 | 8 | 205 | 0,44 | 2277,78 |
| MAIS IMPACTADO | | | | |
| PONTO | TAXA | INDIVÍDUOS | DIVERSIDADE | DENSIDADE(ind/m ²) |
| LAJ01 | 7 | 2088 | 0,29 | 23200 |
| LAJ05 | 8 | 595 | 0,44 | 3633,33 |
| LAJ07 | 6 | 4592 | 0,11 | 51022,22 |
| LAJ08 | 5 | 327 | 0,17 | 6611,11 |
| 2ª Coleta - PERÍODO DE CHUVA (29/mar/2019) | | | | |
| MENOS IMPACTADO | | | | |
| PONTO | TAXA | INDIVÍDUOS | DIVERSIDADE | DENSIDADE(ind/m ²) |
| LAJ02 | 2 | 4 | 0,24 | 44,44 |
| LAJ03 | 2 | 6 | 0,20 | 66,67 |
| LAJ04 | 2 | 19 | 0,09 | 211,11 |
| LAJ06 | 1 | 2 | 0 | 22,22 |
| MAIS IMPACTADO | | | | |
| PONTO | TAXA | INDIVÍDUOS | DIVERSIDADE | DENSIDADE(ind/m ²) |
| LAJ01 | 2 | 115 | 0,04 | 1277,78 |
| LAJ05 | 2 | 2 | 0,30 | 22,22 |
| LAJ07 | 1 | 7 | 0 | 77,78 |
| LAJ08 | 2 | 25 | 0,16 | 277,78 |

Fonte: Calculado pela autora, 2019.

A partir destes dados foi possível observar que os pontos que apresentaram a maior diversidade coincidem com os pontos de maior cobertura vegetal em área de APP e menor quantidade de resíduos sólidos dispostos no ambiente. O ponto LAJ05 é o ponto de captação de água para o abastecimento do município e foi incluído no grupo dos mais impactados devido as alterações em sua estrutura para este fim, apesar de ser observada uma menor quantidade de resíduos sólidos e a presença da mata ciliar, correspondendo com o maior valor de diversidade encontrado. Os pontos LAJ07 e LAJ08 foram classificados como mais impactados devido a sua localização em área urbanizada, com a presença de ocupações irregulares nos limites da APP, tendo como resultado um número elevado de famílias, porém uma disparidade significativa

entre as mais tolerantes e menos tolerantes, o que indica o comprometimento da qualidade da água (CALLISTO, MORETTI & GOULART, 2001).

Considerações finais

A influência dos impactos diretos e indiretos causados por atividades antrópicas presentes na área da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado refletem na qualidade das águas superficiais e os macroinvertebrados bentônicos mostram-se como uma ferramenta a ser utilizada para complementar os parâmetros já utilizados, físicos e químicos, tornando mais robusta a análise dos dados obtidos.

Espera-se que essa pesquisa possa contribuir com dados e informações sobre a Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, tendo em vista sua importância para o município de Campo Grande – MS, além de colaborar com novos projetos de pesquisa e monitoramento, bem como para elaboração de políticas públicas de conservação das bacias hidrográficas municipais.

Referências bibliográficas

ABÍLIO, F.J.P.; *et al.* Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga. **Oecol. Bras.**, v. 11, n. 3, p.397-409, 2007.

ANA. **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Caderno de Recursos Hídricos 2, Agência Nacional das Águas, Brasília – DF, 2007.

BABICK, L.; RHODEN, A. C. Avaliação de macroinvertebrados bentônicos, qualidade físico-química e microbiológica da água do Lajeado Rickia. **Revista Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 3, 2018

BACCI, D.; PATACA, E. Educação para a água. **Estudos Avançados**, Portal de revistas da USP, 22(63), 211-226, 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/eav/article/view/10302>>. Acesso em: 29/07/2019.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm> Acesso em: 01/08/2019.

BRASIL. **Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm> Acesso em 21/10/2019.

BUENO, A. A. P.; BOND-BUCKUP, G.; FERREIRA, B. D. P. Estrutura da Comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, Curitiba, março de 2003.

CALLISTO, M.; et al. Diversity and biomass of Chironomidae (Diptera) larvae in an impacted coastal lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n.1, São Carlos, february, 2002.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 6, n. 1, pag. 71-82, Jan/Mar 2001.

CAMPO GRANDE. **Decreto Nº 8265 de Julho de 2001**. Diário Oficial de Campo Grande nº 873. Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/downloads/decreto-no-8265/>>. Acesso em: 05/10/2019.

CAMPO GRANDE. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Lajeado – APA Lajeado**. Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/apa-do-lajeado/plano-demanejo-apa-lajeado/>>. Acesso em: 06/08/2019.

DORES, E. F. G. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas: vias de contaminação e dinâmica dos pesticidas no meio ambiente aquático. **Revista de Ecotoxologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.9, p. 1-18, jan/dez de 1999.

FIKLER, R. **Planejamento, manejo e gestão de bacias - Unidade 1: As Bacias Hidrográficas**. Agência Nacional das Águas, 2012.

GONÇALVES, C. S.; et al. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Rio Grande do Sul, set. 2005, v. 9, nº. 3.

GOOGLE. Google Earth PRO, versão 7.3.2.5776. 2019.

JUNQUEIRA, M. V.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brasil.). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.

JUNQUEIRA, M. V. et al. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. **Acta Liminologica Brasiliensia**, 12:73-87, 2000.

MERRITT, R.; CUMMINS, K. An Introduction to The Aquatic Insects of North America. **The Journal of Animal Ecology**. 50. 10.2307/1467288, 1996.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, v. 6, n. 3, p. 370-374, 2002.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Technical Books, 1ª Edição, 2009.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações**. Ilhéus, BA: Edítus, Editora da UESC, 2002.

SEMADUR. **Qualidade das águas superficiais de Campo Grande – MS**. Relatório Anual de 2018. Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/canais/corrego-limpo-cidade-vida-relatorios-anuais/>>. Acesso em: 01/08/2019.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. The University of Illinois Press, Urbana, 1964.

TRINDADE, A. L. C. **Aplicação de técnicas estatísticas para a avaliação de dados de monitoramento de qualidade das águas superficiais da porção mineira da bacia do Rio São Francisco**. 2013. Dissertação de pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

Recebido em 06 de outubro de 2019.

Aceito em 25 de outubro de 2019.