

## ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DOS PRINCIPAIS CURSOS D'ÁGUA DA ÁREA URBANA DE MORRINHOS, GOIÁS

Amanda Aciely Serafim de Sá<sup>1</sup>

Mara Lucia Lemke-de-Castro<sup>2</sup>

Leonardo Batista Pedroso<sup>3</sup>

**RESUMO:** Avaliações de parâmetros físico-químicos e microbiológicos são essenciais, pois são utilizadas como indicadores de que o corpo hídrico está ou não sofrendo degradações advindas de atividades poluidoras. O objetivo da pesquisa foi verificar a qualidade físico-química e microbiológica dos principais cursos d'água que percorrem o perímetro urbano e seguem até a zona rural de Morrinhos (GO), levando em consideração aspectos de sazonalidade e cobertura vegetal no entorno das microbacias avaliadas. Foram selecionados a nascente do córrego Maria Lucinda (P1) e outros três pontos que apresentaram os piores resultados em termos de qualidade, sendo o córrego Areia em zona urbana (P2), córrego Cordeiro (P3) e córrego Areia em zona rural (P4). As coletas foram realizadas mensalmente durante seis meses, em período seco e chuvoso. As determinações foram: pH, temperatura, DBO, DQO, OD, turbidez, nitrogênio amoniacal, coliformes totais e *Escherichia coli*. Destas, 5 apresentaram-se fora do permitido pela Resolução Conama 357/05. Sendo DBO no P2, P3 e P4 (seca); OD no P2, P3 e P4 (seca) e P1 (chuva); nitrogênio amoniacal no P4 (seca); pH no P1 (seca); e *E. coli* em todos os pontos em ambos períodos. Assim é possível concluir que no período de seca, provavelmente devido à baixa vazão dos córregos, P2, P3 e P4 demonstraram maiores alterações na qualidade físico-química e microbiológica da água. P1 demonstrou melhores condições quando comparado aos outros pontos, em função da maior cobertura vegetal.

**PALAVRAS-CHAVE:** CONAMA; Córregos; Monitoramento Ambiental; Sazonalidade; Vegetação Ripária.

<sup>1</sup> Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás, Campus Sudeste, Morrinhos, Goiás, Brasil.

<sup>2</sup> Doutora em Agronomia pela UFG. Docente temporária no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - IFGoiano, Campus Morrinhos, Brasil. Docente temporária na Universidade Estadual de Goiás- Campus Sudeste, Morrinhos-Goiás, Brasil. E-mail: maralemk@uol.com.br

<sup>3</sup> Doutor em Geografia pela UFU. Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - IFGoiano, Campus Morrinhos, Brasil.

## PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ANALYSES OF THE MAIN STREAMS IN THE URBAN AREA OF MORRINHOS, BRAZIL

**ABSTRACT:** Physical, chemical and microbiological evaluations are basic since they are used as indexes of whether the hydric body is or not undergoing degradations caused by polluting activities. Current research verifies the physical, chemical and microbiological qualities of the main streams in the urban perimeter up to the rural area of Morrinhos GO Brazil, taking seasonality and vegetation cover around the micro-basins evaluated into account. The source of the stream Maria Lucinda (P1) and three other sites with worst quality results, namely stream Areia within the urban area (2), stream Cordeiro (P3) and stream Areia within the rural area (P4), were evaluated. Collections were undertaken monthly, during six months, during the dry and rainy seasons. Determinations comprised pH, temperature, BOD, DOQ, DO, turbidity, ammonia nitrogen, total coliforms and *Escherichia coli*. Five did not comply with Resolution Conama 357/05, or rather, BOD in P2, P3 and P4 (dry); DO in P2, P3 and P4 (dry) and P1 (rainy); ammonia nitrogen in P4 (dry); pH in P1 (dry); and *E. coli* at all sites in both periods. Results show that during the dry period, probably due to low discharge of the streams, P2, P3 and P4 had greater physical, chemical and micro-biological changes. P1 had better conditions when compared to other sites, due to greater vegetation cover.

**KEY WORDS:** CONAMA; Environmental monitoring; Riparian vegetation; Seasonality; Streams.

### INTRODUÇÃO

O município de Morrinhos localiza-se a 150 km da capital Goiânia, a Sul do Estado de Goiás, pertencente à Microrregião Meia Ponte (LEMKE-DE-CASTRO; GUERRA, 2010). Atualmente o município possui como base econômica principal as atividades voltadas à agricultura moderna, com áreas de intenso cultivo de culturas agrícolas, áreas com pivôs para irrigação, além do uso de produtos químicos para o controle de pragas como pesticidas e defensivos agrícolas. A ocupação do solo de forma descontrolada contribuiu para vários danos ambientais nesta região (VIEIRA, 2011).

O termo “microbacias hidrográficas” refere-se a sistemas complexos que recebem a drenagem das áreas em que se encontram. Vários fatores afetam este sistema tais como: tamanho e forma da bacia, condições climáticas, uso do solo, geologia, geomorfologia, entre outros. Por isso, trabalhos de campo que reflitam as alterações, com ênfase para as intervenções humanas, como o uso agrícola, urbano e industrial são muito importantes (TOLEDO; NICOLELLA, 2002). Dentre as microbacias do município de Morrinhos, parte está localizada dentro do perímetro urbano, e parte na zona rural, destacando-se a nascente do Córrego Maria Lucinda, Córrego Areia e Córrego Cordeiro.

A qualidade das águas superficiais no meio rural está diretamente relacionada à forma de ocupação do solo, à transformação de ecossistemas naturais equilibrados em áreas de lavouras, ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes e à falta de tratamento dos dejetos animais e humanos (MARTINS, 2009). Áreas ocupadas por matas favorecem a qualidade da água, enquanto áreas habitadas, agricultadas ou matas degradadas reduzem a qualidade (VANZELA; HERNANDEZ; FRANCO, 2010). A ausência de proteção vegetal no entorno dos corpos hídricos altera a principal barreira de proteção, deixando-os mais suscetíveis à ação de agentes poluidores advindos do meio (VAZ; ORLANDO, 2012).

Além das influências da vegetação sobre os recursos hídricos, outros fatores como a sazonalidade (período seco e chuvoso) também podem influenciar diretamente nos cursos hídricos. Águas pluviais também são responsáveis pela alteração direta dos parâmetros naturais da água gerando o carreamento de componentes para dentro do curso hídrico (SILVA; SOUZA, 2013).

Segundo Finotti *et al.* (2009), os corpos hídricos possuem um grau de variação muito grande, partindo-se do pressuposto de que o monitoramento qualitativo dos recursos hídricos é fator primordial no planejamento de seus usos. Avaliações de parâmetros físico-químicos e microbiológicos são essenciais, pois são utilizados como indicadores de que o corpo hídrico está ou não sofrendo degradações advindas de atividades poluidoras (RENOVATO; SENA; SILVA, 2013).

Segundo Araújo (2012), o bioma Cerrado apresenta suas principais fitofisionomias, sobretudo em relação ao dossel das espécies arbóreas, são divididas

entre as formações savânicas, campestres e florestais. Entre as formações florestais destacam-se: Mata Seca, Cerradão, Mata Ciliar e a Mata de Galeria.

As vegetações florestais comumente encontradas em leitos de rios e córregos são conhecidas como matas ciliares e matas de galeria, ambas denominadas como mata ripária, sendo esta última de suma importância para manutenção do equilíbrio físico, químico e biológico do ambiente aquático. O que difere mata ciliar de mata de galeria são suas fisionomias, sobretudo em relação ao dossel das espécies arbóreas, porém ambas exercem o mesmo papel na proteção dos cursos hídricos (SOUZA, 2012).

As matas de Galeria são vegetações localizadas às margens das linhas de drenagem onde os cursos d'água ainda não escavaram um canal definitivo (FELFILI *et al.*, 2000). Segundo Aquino *et al.* (2012), nas matas de galeria a copa das árvores das duas margens se tocam sobre o curso d'água formando túneis ou galerias. Já nas matas ciliares, as copas das árvores da beira de uma margem não encostam na copa das árvores da outra margem.

As matas ciliares e matas de galeria possuem funções essenciais no ambiente, destacando a proteção do solo, oferecendo maior resistência pelo emaranhado de raízes. Conferem proteção aos corpos hídricos contra o assoreamento, sendo uma barreira física contra detritos carregados pelas enxurradas e gerando uma maior estabilidade térmica da água (FORESTO, 2008).

O objetivo da pesquisa foi avaliar a qualidade físico-química e microbiológica dos principais cursos d'água que percorrem o perímetro urbano e seguem até a zona rural de Morrinhos (GO), levando em consideração aspectos de sazonalidade e cobertura vegetal no entorno das microbacias avaliadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para interpretação dos resultados das amostras de água coletadas, os parâmetros avaliados foram comparados aos padrões exigidos para águas de classe II, da resolução CONAMA 357/05. O capítulo III da resolução CONAMA 357/05 apresenta as condições e padrões da qualidade da água, estabelecendo limites

particulares para determinados produtos de acordo com cada classe (BRASIL, 2005). De acordo com Franco (2012), os cursos d'água do Estado de Goiás devem ser considerados como águas doces de classe II, devido à ausência de enquadramento próprio e individualizado para esta região.

Para mensurar a presença de Mata Ripária no entorno dos recursos hídricos monitorados, foi necessário seguir os critérios estabelecidos pela lei nº 18.104 de 2013, mais especificamente em seu Capítulo II, artigo 4º, expressos no Quadro 1. O referido dispositivo legal traz a reformulação do Código Florestal para o Estado de Goiás (GOIÁS, 2013).

**Quadro 1.** Áreas de Preservação Permanente (APP's) em razão da largura do corpo hídrico, segundo o Novo Código Florestal de 2013, Goiás

Largura do curso d'água (m)	Largura da APP (m)
Menor que 10	30
De 10 a 50	50
De 50 a 200	100
De 200 a 600	200
Maior que 600	500
Nascentes	50

Fonte: Adaptado de Goiás (2013).

## 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Morrinhos é integrante da mesorregião 05 - Sul Goiano, localizado a Sudeste da capital do Estado de Goiás entre as coordenadas 17°30'20" a 18°05'40" latitude Sul e 48°41'08" a 49°27'34" longitude Oeste (PENNA, 2008). O município apresenta potencial para o uso com lavouras (agricultura), predominando associações de terras favoráveis ao uso com lavouras e pastagens plantadas. O clima é tipicamente tropical úmido com duas estações bem definidas: uma de verão chuvoso (outubro a abril), e um inverno seco (maio a setembro) e temperatura média de aproximadamente 15,13 °C (mínima) e de 33,18 °C (máxima) (LEMKE-DE- CASTRO; GUERRA, 2010).

A área objeto de estudo e os critérios de escolha dos pontos foram definidos com base em uma pesquisa anterior, realizada em nível de pós-graduação *lato sensu*, na qual foram avaliados oito pontos de coleta em período de seca (CASTRO *et al.*, 2017). Desses pontos analisados anteriormente foram selecionados para a atual pesquisa a nascente do córrego Maria Lucinda (P1) e três outros pontos que apresentaram os piores resultados em termos de qualidade, sendo eles: Córrego Areia em zona urbana (P2), Córrego Cordeiro (P3) e Córrego Areia em zona rural (P4). A pesquisa foi conduzida em período seco e chuvoso.

A Figura 1 apresenta a imagem de satélite do município de Morrinhos (GO), evidenciando a nascente do Córrego Maria Lucinda (amarelo, P1) e seus afluentes, Córrego Areia (roxo, P2 e P4) e Cordeiro (branco, P3) (Google Earth, 2009). O Quadro 2 apresenta as coordenadas geográficas dos pontos avaliados, obtidas por meio de equipamento GPS (*Global Positioning System*), da marca *Magellan*, modelo *Explorist 100*.



**Figura 1.** Imagem de satélite do município de Morrinhos (GO): pontos de coleta e os cursos d'água avaliados, 2017. Escala: 2.755 m.

Fonte: *Google Earth* (2009).

**Quadro 2.** Coordenadas geográficas dos pontos de coleta

Pontos de Amostragem	Coordenadas Geográficas	
	S	W
Ponto 1	17°43'773"	49°07'990"
Ponto 2	17°44'447"	49°05'758"
Ponto 3	17°45'493"	49°05'178"
Ponto 4	17°44'813"	49°05'990"

Fonte: SÁ (2017).

## 2.2 COLETA, TRANSPORTE E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

As coletas foram realizadas mensalmente durante seis meses, tendo início em agosto de 2015 e término em janeiro de 2016. Os testes foram realizados no Laboratório Bioygeo Ambiental LTDA. As determinações físico-químicas efetuadas foram: pH, temperatura, DBO, DQO, OD, turbidez e nitrogênio. As análises microbiológicas testadas foram: coliformes totais e *Escherichia coli* (E. coli). Os parâmetros foram escolhidos em virtude da influência que as áreas urbana e rural podem provocar nas características das águas superficiais em estudo, levando em consideração a probabilidade de sua ocorrência e de sua importância para a gestão dos recursos hídricos.

Os principais causadores da poluição hídrica oriundas de localidades rurais e urbanas são o acréscimo de substâncias orgânicas e inorgânicas existentes nos rejeitos urbanos, industriais, agrícolas e/ou pecuários, em consequência da retirada das matas ripárias e a ocupação indevida das margens dos rios, como edificações ou implantação de sistemas agropecuários (LEMKE-DE-CASTRO; GUERRA, 2010).

Os dados levantados em campo para cada ponto de coleta foram: coordenadas geográficas, altitude, temperatura ambiente e temperatura da amostra. Foram coletadas quantidades de amostras em um volume maior que o necessário, servindo de garantia, caso fosse necessário repetir a análise. As amostras foram coletadas com os devidos cuidados de preservação para cada análise específica e posteriormente armazenadas em caixa isotérmica com temperatura inferior a 4 °C. As metodologias de análise utilizadas foram todas baseadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (BAIRD; EATON; RICE, 2017).

## 2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram tratados no *software* estatístico *BioEstat* versão 5.3, aplicando uma análise descritiva de variável quantitativa. Posteriormente os dados quantitativos apresentados foram lançados em planilhas no *software Excel* e organizados em quadros referentes ao período de seca e período chuvoso

Os dados obtidos foram divididos em duas partes distintas; na primeira etapa realizou-se uma análise descrevendo as características físico-químicas e microbiológicas nas amostras de águas coletadas em dois pontos da área urbana, sendo o Córrego Maria Lucinda (Nascente - P1) e Córrego Areia (P2) e dois pontos da área rural, Córrego Cordeiro (P3) e o Córrego Areia (P4), mostrando a influência da sazonalidade nos resultados.

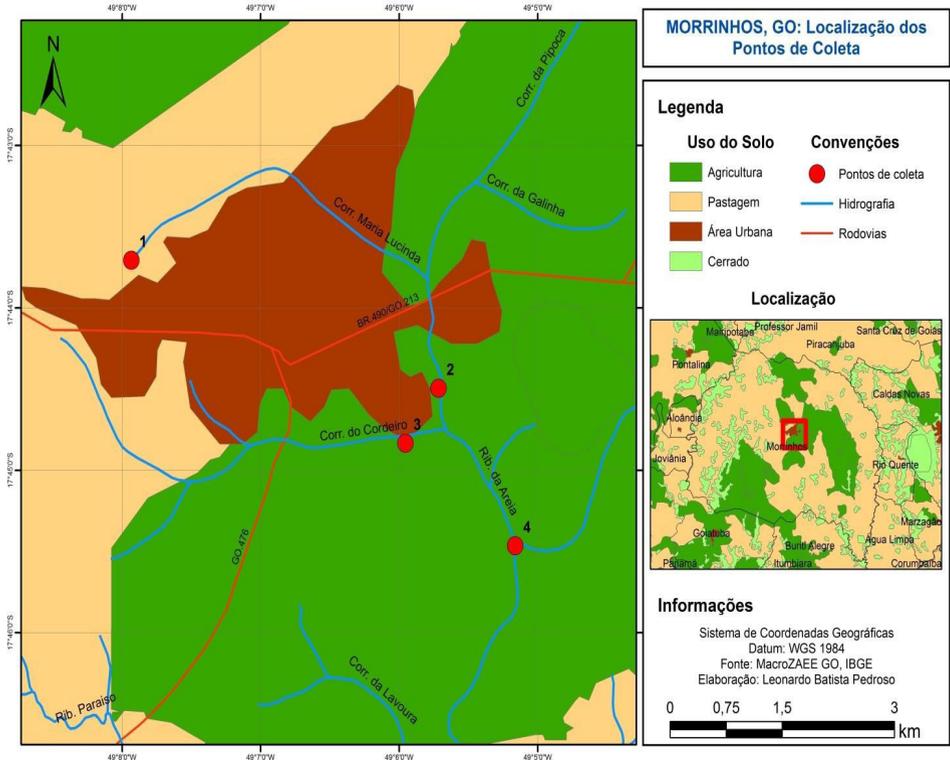
Nesta etapa os resultados da análise descritiva das características físico-químicas e microbiológicas foram comparados com os Valores Máximos Permitidos (VMP), descrito na Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005). Na segunda etapa, foi realizado o teste estatístico de Kruskal-Wallis, para determinar se houve diferença significativa entre os pontos (P1, P2, P3 e P4). Os resultados discutidos durante o trabalho pelo teste de Kruskal-Wallis foram apenas aqueles em que as análises e pontos apresentaram diferença significativa entre seus resultados, níveis de significância abaixo de 5% ( $p < 0,05$ ).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades agropecuárias são bem desenvolvidas no município de Morrinhos (GO), principalmente as lavouras irrigadas. No entorno das bacias hidrográficas investigadas existem diferentes tipos de usos do solo, destacando-se a agricultura, pastagens cultivadas para criação de gado, espaços de lazer e bairros habitacionais, o que segundo Vieira (2011) influencia diretamente em suas margens e calhas fluviais.

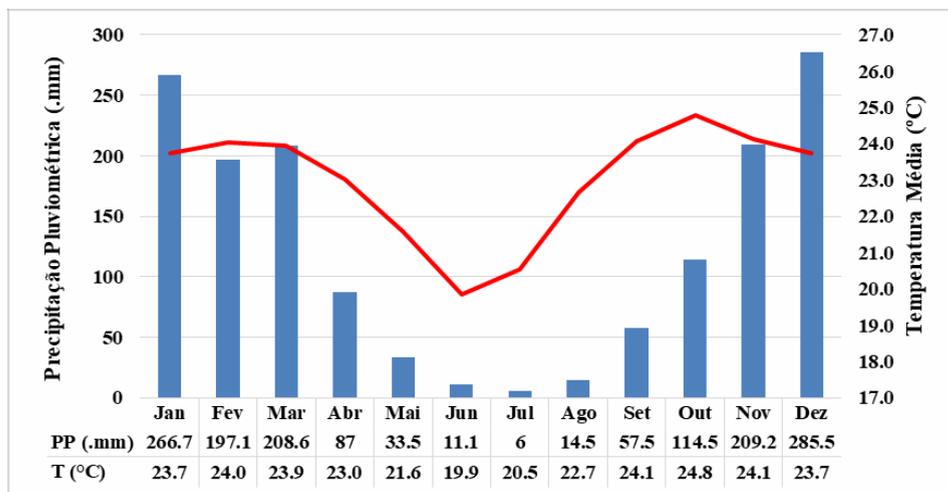
### 3.1 DESCRIÇÕES GERAIS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS MICROBACIAS INVESTIGADAS, SAZONALIDADE E COBERTURA VEGETAL

A Figura 2 apresenta um mapa dos principais usos do solo, na proximidade dos córregos analisados, enquanto a Figura 3 apresenta um climograma do município de Morrinhos até o ano de 2015.



**Figura 2.** Usos do solo próximo aos pontos de coleta: Município de Morrinhos (GO).

Fonte: Pedroso, L. B. (2017).



**Figura 3.** Climograma referente ao Município de Morrinhos (GO), no ano de 2015.

Fonte: INMET (2017).

A avaliação para mensuração da proteção ripária no entorno dos pontos monitorados foi realizada através de observações em mapas do *Google Earth Pro*, onde foi possível verificar ausência de mata ripária em alguns trechos dos córregos. O Quadro 3 apresenta a extensão de mata ripária em metros no entorno dos pontos monitorados.

O ponto P1 representa a nascente do córrego Maria Lucinda e está localizado dentro do Parque Natural de Morrinhos - Jatobá Centenário, com presença de vegetação nativa do tipo mata de galeria pouco modificada pela ação humana, sendo considerado o mais preservado perante os demais pontos monitorados. É possível notar que o solo apresenta uma grande quantidade de matéria orgânica, originada das copas das árvores, contribuindo para o aumento de matéria orgânica na nascente do córrego.

Todos os pontos avaliados apresentaram largura do córrego inferior a 10 metros. O P1 possui uma faixa de vegetação de proteção acima de 50 metros, sendo assim está em conformidade com a APP (Área de Preservação Permanente) expressa no Código Florestal de 2013, para zonas urbanas (Quadro 3).

Por meio da imagem de satélite é possível observar que no entorno do córrego Areia a mata ripária encontra-se escassa ou ausente em alguns trechos. O

Quadro 3 confirma a real situação da mata ripária no P2 e P3, sendo que sua presença é inferior a 30 metros de vegetação estando em desacordo com o Código Florestal, o que favorece o carreamento de sedimentos para o interior do curso hídrico.

**Quadro 3.** Áreas de Preservação Permanente no entorno de cada ponto, localizado no município de Morrinhos (GO)

Margem	Código Florestal (Nascente)	Código Florestal (Cursos d'água)	P1	P2	P3	P4
Direita	50 m	30 m	50 m	3,48 m	14,07 m	30 m
Esquerda	50 m	30 m	50 m	7,54 m	28,64 m	Ausente

Fonte: SÁ (2017).

Em determinado ponto do córrego Areia este recebe águas advindas do córrego Cordeiro, o P4 foi escolhido à jusante deste encontro. Nota-se que no ponto P4 há ausência de vegetação ciliar na margem esquerda, não obedecendo ao estabelecido pela legislação.

A mata ripária desempenha funções muito importantes na manutenção da qualidade das águas, atuando na estabilidade dos solos, na regulação dos regimes hídricos e no processo de controle do assoreamento dos rios (ALMEIDA *et al.*, 2011). Assim é possível notar que nos pontos monitorados, devido à ausência de proteção ripária, somado aos fatores de sazonalidade (chuva e seca), contribuiu para o arraste de sedimentos, aumento da temperatura da água entre outros prejuízos ambientais, intensificados com a presença de chuvas que facilita o carreamento de matéria orgânica para dentro do curso hídrico, podendo afetar diretamente o meio aquático.

Foram localizados pontos de poluição próximos aos pontos P2, P3 e P4. O P2, correspondente ao córrego Areia, possui próximo à sua margem áreas para pastagens, além da proximidade com área habitacional. A proximidade com a área urbana coloca este córrego como alvo de possíveis fontes de poluições advindas do ambiente externo, contribuindo para a redução da qualidade física, química e biológica deste ponto.

Além de sofrer possíveis perturbações da zona urbana, o córrego Areia (P2) não apresenta vegetação ripária adequada. Este fator torna a poluição do ambiente

aquático ainda mais acentuada, uma vez que com a retirada da proteção florestal, o ambiente aquático fica sujeito às contribuições oriundas do meio urbano.

Próximo ao córrego Cordeiro (P3) foi verificada a presença de áreas com plantações utilizando sistemas de irrigação como pivôs do tipo central próximo ao corpo hídrico. A intensa atividade agrícola próxima a este ponto pode estar gerando danos ao ecossistema aquático do local, uma vez que este não apresenta proteção ciliar, tornando-o mais suscetível às agressões advindas do meio. Além disso, foi observada a presença de pastagens para criação de gado, na porção adjacente ao córrego Cordeiro.

O manejo de animais assim como a presença de estábulos, granjas e pastos são consideradas fontes de poluição, pois os detritos orgânicos gerados pelos mesmos contribuem para a poluição da água. Este manejo pode modificar a qualidade da água, contribuindo para um aumento da DBO, gerando o aumento dos sólidos suspensos nas águas contaminadas com estes resíduos (FARIAS, 2006).

Em relação a aspectos organolépticos foi verificado que as águas do córrego Cordeiro estão apresentando mau cheiro, com aspecto de esgoto doméstico ou outra fonte de poluição, sendo um indício de que este ponto esteja sendo contaminado. Por meio de observações e imagens feitas no local, foi possível avaliar que as águas do córrego Cordeiro estão sendo utilizadas em uma represa, localizada na porção adjacente à margem do córrego, provavelmente servindo como fonte de captação para o uso na irrigação de áreas agricultáveis.

O P4 no córrego Areia foi escolhido por ser uma área de fácil acesso para coleta, localizando-se em área de domínio da Petrobras, pela qual passa tubulação subterrânea de produtos da empresa. Este ponto fica a jusante do lançamento da estação de tratamento de esgoto da empresa de saneamento de Goiás (SANEAGO). De um lado da margem não existe mata ciliar, porém do outro lado a APP está preservada.

### 3.2 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA

No período chuvoso foi apresentado um relevante aumento nos valores da turbidez nos pontos P2, P3 e P4 (Quadro 4), porém manteve-se em conformidade

com o valor máximo expresso na resolução Conama 357/05, para este parâmetro. A área de assoreamento que segue aproximadamente por todo o curso do córrego Cordeiro e córrego Areia é um fator relevante para o acréscimo dos níveis de turbidez no período chuvoso. Através das análises, é possível constatar que no P4 foram registrados os maiores valores de turbidez. Este aumento significativo pode estar diretamente associado à proximidade da extensão do córrego com áreas ocupadas para usos agropecuários, que deixam o solo mais exposto tornando-o suscetível aos processos erosivos, servindo como fator de aumento das taxas de turbidez no corpo d'água durante a estação úmida.

**Quadro 4.** Média dos Parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos quatro pontos dos cursos d'água analisados do município de Morrinhos (GO)

Parâmetro	Limite Conama 357/05	Período de seca				Período de chuva			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Turbidez	100 NTU	3,17	8,28	5,11	5,30	7,91	51,30	27,90	58,30
DBO*	5 mg/L O2	2,13	7,32	7,95	7,90	4,23	5,11	4,20	3,15
DQO*	***	15,40	63,70	30,20	26,00	13,40	10,40	30,80	19,40
NA*	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5	0,08	0,66	3,11	3,90	0,23	0,58	2,25	1,520
OD*	> 5 mg/L O2	5,22	3,71	3,60	4,30	4,60	5,30	5,60	6,10
Temp*	***	22	26	24	25	23	25	24	26
pH*	6,0 a 9,0	5,61	6,75	7,18	7,10	6,30	7,12	6,95	7,00
Coliformes Totais	***	7380	7380	7380	7380	7380	7380	7380	7380
E. coli*	1000 NMP/100ml	7000	7380	3000	6240	6400	3700	7380	6200

**Legenda:** \* Abreviações: DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), NA (Nitrogênio Amoniacal), OD (Oxigênio Dissolvido), Temp (Temperatura), pH (Potencial Hidrogeniônico), E. coli (*Escherichia coli*).

Fonte: LEMKE-DE-CASTRO (2017).

O processo de escoamento superficial é reduzido pela cobertura vegetal que facilita os processos de infiltração, armazenamento de água pelos lençóis, trazendo como consequência a diminuição de erosão (MARMONTEL, 2014). Desse modo, através do parâmetro de turbidez, pode-se afirmar que o papel da mata ripária

na retenção de sólidos ficou evidenciado no P1, quando comparado com os outros pontos, que possuem escassa cobertura florestal em seu entorno.

O aumento da DBO geralmente é provocado por despejos orgânicos, causando a diminuição do oxigênio na água em vista de uma grande quantidade de matéria orgânica presente, interferindo no equilíbrio da vida aquática, além de produzir odor e sabor desagradável (MATOS; FERREIRA, 2012), sendo um importante indicador de poluição do ambiente aquático.

No período de seca, percebe-se que apenas o P1 obedeceu ao VMP para DBO (Quadro 4), tornando evidente que os pontos P2, P3 e P4 não atenderam à resolução, apresentando valores superiores ao permitido. No período chuvoso o P1 permaneceu dentro dos valores estabelecidos pela legislação, enquanto P2, P3 e P4 tiveram uma diminuição dos níveis de DBO se comparados com o período de seca, porém seguiram acima do recomendável pelo CONAMA 375/05.

Provavelmente fontes de poluição pontuais, como esgotos domésticos e lixo urbano, podem estar sendo lançados no percurso dos córregos avaliados. Isso pode ser explicado quando comparamos as médias obtidas por cada ponto entre si, através do teste estatístico de Kruskal-Wallis, em que as médias obtidas nas análises de DBO demonstram que P1 é estatisticamente diferente dos demais pontos avaliados, enquanto os pontos P2, P3 e P4 são iguais entre si.

É possível inferir que os pontos P2, P3 e P4 provavelmente estejam recebendo maiores quantidades de poluentes advindos tanto da zona urbana, quanto rural. Isso gera um acréscimo de matéria orgânica nestes corpos hídricos, diminuindo substancialmente a quantidade de oxigênio no ambiente aquático. Infere-se que P1 é o ponto mais preservado em relação à DBO, enquanto os demais pontos avaliados estão mais contaminados e apresentam igualdade estatística entre si. À medida que os pontos de coleta se afastam da nascente (P1) a DBO aumenta.

Segundo Silva e Souza (2013), a redução dos níveis de oxigênio dissolvido na água varia principalmente devido ao lançamento de compostos poluentes como esgoto doméstico em um rio, onde os microrganismos presentes degradam esses compostos e consomem o oxigênio da água. Segundo Araújo (2012), no período de seca, devido à pouca dinâmica da água, ocasionada pelo baixo nível hídrico, é provável que o tempo de residência de matéria orgânica é maior, o que influencia

o aumento da oxidação da água, refletindo diretamente no consumo de oxigênio disponível no meio aquático.

Segundo Buzelli e Cunha-Santino (2013), a concentração de oxigênio dissolvido (OD) em um curso hídrico é usada como um indicador da qualidade da água, pois quanto mais reduzida for a concentração de oxigênio dissolvido, pode-se dizer que mais poluído o curso d'água se encontra. Assim como quanto mais altos os níveis de OD, melhor será a qualidade da água de determinado corpo hídrico. Dessa forma, o oxigênio dissolvido trata-se de um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático (BRASIL, 2006).

No período de seca o ponto P1 apresentou valor normal de OD (Quadro 4), obedecendo ao padrão estabelecido pela resolução, porém os pontos P2, P3 e P4 apresentaram níveis abaixo do estabelecido pela legislação. Durante o período de chuva observa-se que os pontos P2, P3 e P4 respeitaram os níveis de OD propostos pela resolução, apenas o P1 apresentou valor abaixo do permitido, não estando em conformidade com a legislação. Provavelmente, no período chuvoso a drenagem do terreno rico em serapilheira no entorno do P1 possa explicar esse resultado.

Para avaliar a ocorrência de variações da temperatura nos córregos, foram efetuados cálculos para detectar a amplitude térmica, pois este gera informações a respeito das oscilações de temperatura que ocorreram no meio aquático durante um determinado período de tempo. O Quadro 5 apresenta a amplitude térmica de cada ponto monitorado durante o período avaliado.

**Quadro 5.** Amplitude térmica dos quatro pontos do município de Morrinhos (GO), 2017

Ponto	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Amplitude térmica (°C)
P1	26	21	5
P2	27	21	6
P3	27	22	5
P4	28	21	7

Fonte: SÁ (2017).

O P1 não apresentou variações bruscas na temperatura da água em ambos os períodos, por se tratar de ponto que possui uma vegetação ciliar extensa, em relação aos outros pontos. Infere-se que por este motivo o ponto não sofreu alterações significativas na temperatura da água. Ao se comparar o P1 com o P4, nota-se que houve uma diferença de 2 °C, isso se deve principalmente devido à ausência de vegetação ciliar no entorno do P4.

A proteção de mata ripária atua diretamente nos corpos d'água, retendo a irradiação solar durante o dia e impedindo a perda de calor da água por irradiação noturna, mantendo constante a temperatura durante os períodos de seca e chuva. De acordo com Lemke-de-Castro e Guerra (2010), águas com temperaturas mais equilibradas podem estar relacionadas a bacias com maior proteção florestal.

Segundo Buzelli e Cunha-Santino (2013), o excesso de matéria orgânica contribui para redução do pH na água devido à liberação de gás carbônico decorrente da decomposição de compostos orgânicos, a qual origina o ácido carbônico em meio aquoso. Para Lopes e Magalhães Junior (2010), outro fator que pode interferir nos valores de pH dos corpos d'água é o tipo de solo onde a água percorre. O tipo de solo do Cerrado pode contribuir para acidez da água devido ao processo de lixiviação que leva acidez para os cursos d'água (REGIS, 2011). Esta característica pedológica pode ter contribuído para o pH do P1 (Quadro 4).

Segundo Vasco *et al.* (2011), em ambientes poluídos predominam as formas de nitrogênio orgânico e amoniacal. A presença de amônia na água caracteriza a poluição recente por esgotos domésticos, industriais ou agrícolas. Ao entrar em contato com a água, a amônia é transformada em hidróxido de amônio, adquirindo uma capacidade altamente tóxica para o ecossistema presente. Essa toxicidade depende dos níveis de pH, sendo que quanto mais ácido, mais hidróxido de amônio é neutralizado, diminuindo a toxicidade, e quanto mais alcalino for o pH, mais perigosa será a amônia (MARTINS, 2009).

No período de seca os resultados obtidos em P3 e P4 ficaram acima do permitido, porém durante o período chuvoso estes mesmos pontos (P3 e P4) apresentaram níveis de nitrogênio amoniacal reduzidos, ficando dentro do permitido pela legislação (Quadro 4). Segundo Santos *et al.* (2008), os efluentes com alta concentração de nitrogênio amoniacal, quando descartados em cursos d'água, sem

prévio tratamento, podem estimular o crescimento de algas, a depleção do oxigênio dissolvido, além de serem tóxicos à biota do ecossistema aquático.

O escoamento superficial, em cursos d'água com topografia acentuada, explorados por agricultura intensiva (culturas anuais, por exemplo), apresenta grande energia para desagregar o solo exposto e de transportar sedimentos para os corpos de água. Estes sedimentos são capazes de carregar, adsorvidos na sua superfície, nutrientes como a amônia e compostos tóxicos, como agroquímicos, sendo esta uma potencial fonte de poluição de cursos d'água (MERTEN; MINELLA, 2002; VIEIRA, 2011).

É possível inferir que em todos os pontos do córrego (P1, P2, P3 e P4) foi detectada presença de *E. coli* acima do máximo permitido, principalmente no período chuvoso, o que indica poluição hídrica, gerando riscos à saúde em casos de consumo na ausência de tratamento. A presença de coliformes totais e fecais no ponto P1 pode ser atribuída ao fato deste ponto estar localizado dentro de uma área de mata com várias espécies de animais. Estes podem estar depositando seus dejetos fecais nas margens dos cursos d'água, elevando os níveis de coliformes no meio.

Devido à intensa ação antrópica próxima ao curso d'água, esta pode estar lançando esgoto doméstico neste corpo hídrico. Este quadro também pode ser agravado devido à ausência de mata ripária, aumentando consequentemente as taxas de assoreamento e carreamento de resíduos animais (urina e fezes) para dentro do córrego. Segundo Amaral *et al.* (2003), a água de escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água.

Por meio das análises e observações realizadas nos quatro pontos monitorados, entende-se que devido à escassez de mata ripária no entorno de alguns dos pontos dos cursos d'água avaliados estes apresentaram maiores alterações em seus caracteres naturais, enquanto o que possuía cobertura vegetal adequada manteve sua qualidade preservada, ressaltando a importância que a proteção vegetal proporciona a um corpo hídrico.

Assim foi possível observar que os aspectos sazonais contribuíram para alterações da qualidade físico-química e microbiológica dos corpos hídricos, uma vez que devido à baixa vazão dos córregos no período de seca, a capacidade de

autodepuração ficou comprometida, gerando um aumento da quantidade de material orgânico dissolvido na água.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram avaliadas 9 variáveis. Destas, 5 apresentaram-se fora do permitido pela Resolução Conama 357/05, sendo DBO no P2, P3 e P4 (seca); OD no P2, P3 e P4 (seca) e P1 (chuva); nitrogênio amoniacal no P4 (seca); pH no P1 (seca) e *E. coli* em todos os pontos em ambos os períodos. Assim é possível concluir que no período de seca, P2, P3 e P4 demonstraram maiores alterações na qualidade físico-química e microbiológica da água. Enquanto P1, referente à nascente, demonstrou melhores condições, possivelmente em função da maior cobertura vegetal.

Frente a esta situação, é necessário que os córregos Areia e Cordeiro tenham suas áreas de preservação permanente (APP's) recompostas, mediante inserção de espécies pioneiras nativas, objetivando proteger estes mananciais e mantendo a qualidade da água em equilíbrio. Além disso, faz-se necessária a fiscalização adequada quanto ao uso e ocupação do solo próximo, principalmente em relação ao córrego Cordeiro (P3), uma vez que a concentração de áreas agricultáveis é mais intensa neste ponto, contribuindo para a poluição deste recurso hídrico.

Assim é importante salientar sobre a necessidade de se realizar campanhas de conscientização junto à comunidade, demonstrando a necessidade de se preservar os recursos hídricos, frente ao crescimento e desenvolvimento do município em decorrência da expansão agrícola, pecuária e implantação de indústrias, para que não ocorra exploração de forma inadequada do meio ambiente, o que pode vir a ocasionar comprometimento futuro da qualidade da água. Diante dos fatos mencionados é de suma importância realizar estudos de monitoramento contínuo nestes recursos hídricos, para que se possa fazer um comparativo do nível de degradação pelo uso e ocupação a que estes estão sendo submetidos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A. S.; BULAMARQUI, C. C. B.; ARAÚJO, F. S.; JUNIOR-JAIME, J. G. de L. Avaliação de impacto ambiental em uma mata ciliar na cidade de Manaus. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-16, jan./abr. 2011.

AMARAL, L. A.; ANTONIO-FILHO, A. N.; OSWALDO-JUNIOR, D. R.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 501-514, ago. 2003.

AQUINO, F. G.; ALBUQUERQUE, L. B.; ALONSO, A. M.; LIMA, J. E. F. W.; SOUSA, E. S. **Cerrado: Restauração de Matas de Galeria e Ciliares**. Brasília: Embrapa, 2012. 40p.

ARAÚJO, R. T. **Composição florística e estrutura da Mata de Galeria do Ribeirão do Gama, Brasília - DF**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; RICE, E. W. **Standard methods: for the Examination of Water and Wastewater**. 23. ed. Washington: APHA, 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2017.

BRASIL. **Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 252p.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. da. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, jan. 2013.

CASTRO, W. J.; LEMKE-DE-CASTRO, M. L.; LIMA, J. O.; CASTRO, Y. L. Qualidade físico-química e microbiológica das principais coleções hídricas em zona urbana e rural em Morrinhos, Goiás. **Revista Analytica**, São Paulo, v. 15, n. 91, p. 20-28, jan. 2017.

FARIAS, M. S. S.; **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.

FELFILL, J. M.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. **Cerrado: manual para recuperação de Mata de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. 45p.

FINOTTI, A. R.; FINKLER, R.; SILVA, M. D.; CEMIM, G. **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. Caxias do Sul: EDUCS, 2009. 272p.

FORESTO, E. B. **Levantamento florístico dos estratos arbustivos e arbóreos de uma mata de galeria em meio a campos rupestres no parque Estadual do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto, MG**. 2008. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

FRANCO, M. C. **Verificação da qualidade de corpos hídricos na área urbanizada de Jataí (GO)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO.

GOIÁS. Novo Código Florestal. **Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013**. Governo do Estado de Goiás. Disponível em: <http://www.gabinetecivil.go.gov.br>. Acesso em: 19 mar. 2017.

GOOGLE EARTH. Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO. **DMapas**. Europa Technologies. Tele Atlas. 2009.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/> Acesso em: 10 jun. 2017.

LEMKE-DE-CASTRO, M. L.; GUERRA, J. Avaliação da cobertura vegetal “mata ripária” e a sua influência sobre a temperatura das águas do Córrego Pipoca - Morrinhos - Goiás. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 3, p. 84-93, set./dez. 2010.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Influência das condições naturais de pH sobre o Índice de Qualidade das Águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 134-147, jan. 2010.

MARMONTEL, C. V. F.; **Qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas do solo e estado de conservação da vegetação no córrego pimenta, São Manuel-SP**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP.

MARTINS, A. S. **Avaliação das águas superficiais sob uso e ocupação na sub-bacia do Rio Candeias/RO-Amazônia Ocidental**. 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, RO.

MATOS, D. J.; FERREIRA, H. A. **Qualidade físico-química da água utilizada no abastecimento de Rio Verde - GO**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) - Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, out./dez. 2002.

PENNA, A. S. **Avaliação da concentração de metais pesados no entorno de Morrinhos - GO: uma análise multi elementar em sedimento de corrente e água**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO.

REGIS, K. G. **Análises físico-químicas e avaliação do potencial mutagênico das águas do córrego Pipoca no município de Morrinhos - Goiás, utilizando teste como *Allium cepa* L.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Goiás, Morrinhos, GO.

RENOVATO, D. C. C.; SENA, C. P. S.; SILVA, M. M. F. Análise de parâmetros físico-químicos das águas da barragem pública da cidade de Pau dos Ferros (RN) - pH, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade. In: IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN, 2013, Natal. **Anais [...]** Natal: IFRN, 2013.

SANTOS, A. A.; SANTOS, J. S.; SANTOS, J. R.; OLIVEIRA, L. B. Qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência do aterro sanitário de Cuiabá - MT. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 8, p. 199-203, 2008.

SOUZA, M. C. B.; **Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do rio Jacarecica - Maceió.** 2012. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL.

SILVA, A. G.; SOUZA, L. D. Efeitos antrópicos e sazonais na qualidade da água do Rio do Carmo. **Revista HOLOS**. Natal, v. 5, n. 29, p. 122-136, set. 2013.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, Jaguariúna, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan. 2002.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 55-64, jan. 2010.

VAZ, L.; ORLANDO, P. H. K. Importância das matas ciliares para manutenção da qualidade das águas de nascentes: diagnóstico do Ribeirão Vai-Vem de Ipameri - GO. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21., 2012, Uberlândia. **Anais [...]** Uberlândia: UFU, 2012.

VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO JÚNIOR, A. V. M.; GARCIA, C. A. B.; NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, jan. 2011.

VIEIRA, T. A. **A influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água do córrego Maria Lucinda e do Ribeirão Pipoca, em Morrinhos - GO.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual de Goiás, Morrinhos, GO.

*Recebido em: 28/09/2018*

*Aceito em: 10/06/2019*