

EVOLUÇÃO TEMPORAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO COXIPÓ EM CUIABÁ, MATO GROSSO

*Carvalho Junior, W. C.;¹ de Moraes, A. W.², Rondon, D. S.³
& Uliana, E. M.⁴*

RESUMO– Análise de série temporal para qualidade da água permite avaliar a redução ou elevação da variável ao longo do tempo, permitindo atividades de planejamento e ações de gestão de recursos hídricos. Este trabalho se concentrou na análise dos parâmetros monitorados na sub-bacia do Rio Coxipó/MT. Trabalhou-se com dados de qualidade da água monitorados entre os anos de 2010 e 2019 e série histórica de vazão de 2014 a 2018. Os dados foram avaliados por meio de estatísticas descritivas e testes não paramétricos para detecção de tendências temporais. Os resultados mostraram possibilidades de redução na concentração de oxigênio dissolvido e elevação na concentração de nitrato, turbidez, sólidos totais e temperatura da água. Foi destacada a possibilidade para redução de oxigênio que representa degradação da matéria orgânica lançada no corpo hídrico e possibilidade para elevação de nitrato podendo desencadear proliferação de plantas aquáticas em locais com pouca velocidade. Essas variáveis indicam ausência do tratamento adequado de efluentes sanitários e dejetos animais. Este estudo recomenda fortemente a manutenção e continuidade do programa de monitoramento da qualidade da água para apurar novos estudos sobre tendências temporais de longo prazo.

Palavras-Chave– Análise de tendência temporal, qualidade da água, gestão de recursos hídricos.

ABSTRACT– Analysis of the temporal trend for water quality allows to evaluate the reduction or increase of the variable over time, allowing planning activities and water resources management actions. This work focused on the analysis of the monitored parameters in the Coxipó / MT River sub-basin. We worked with water quality data monitored between the years 2010 and 2019 and the historical flow series from 2014 to 2018. The data were evaluated using descriptive statistics and non-parametric tests to detect time trends. The results showed possibilities of reduction in the concentration of dissolved oxygen and increase in the concentration of nitrate, turbidity, total solids and water temperature. The possibility of reducing oxygen, which represents degradation of the organic matter released in the water body, and the possibility of elevating nitrate, which could trigger the proliferation of aquatic plants in places with little speed, was highlighted. These variables indicate the absence of adequate treatment of sanitary effluents and animal waste. This study strongly recommends the maintenance and continuity of the water quality monitoring program to investigate new studies on long-term temporal trends.

Keywords– Time trend analysis, water quality, water resource management

INTRODUÇÃO

Identificam-se diversos trabalhos de análise de tendência temporal para qualidade da água (COSTA et al, 2017; CORDEIRO et al., 2018; NASCIMENTO et al, 2020). Esses estudos permitem avaliar tendências de elevação ou redução dos parâmetros de qualidade da água e

1) Analista de Meio Ambiente da SEMA/MT, engº Sanitarista, mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFAGUA, waltercarvalho@sema.mt.gov.br

2) Estagiário na Secretária de Meio Ambiente - SEMA/MT, Engenheiro Civil (UNEMAT) e Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos, alahn_morais@hotmail.com

3) Estagiária na Secretária de Meio Ambiente - SEMA/MT, Tecnóloga em Gestão Ambiental (IFMT), Mestranda em Recursos Hídricos - PPGRH – UFMT, danielle.rondon05@gmail.com

4) Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Adjunto na Universidade Federal de Mato Grosso, campus Sinop, morganuliana@gmail.com

determinar se a distribuição de probabilidade ou alguma medida de tendência central dessa variável alterou-se ao longo do tempo, além de ser importante para atividades de planejamento como a outorga, cobrança e enquadramento dos corpos hídricos em classe de uso preponderante.

No presente trabalho foram efetuadas análises das tendências temporais dos parâmetros de qualidade de água monitorados na sub-bacia do Rio Coxipó ao longo de trechos impactados pela ação antrópica na capital mato-grossense, Cuiabá-MT. Espera-se contribuir para a compreensão da evolução e do comportamento dos poluentes, o que poderá subsidiar os órgãos gestores para ações de manejo visando à melhoria da qualidade da água.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT) realiza o programa de monitoramento quali-quantitativo do rio Coxipó compondo a rede de monitoramento estadual na Bacia Hidrográfica do Paraguai. As estações de coleta estão cadastradas no banco de dados da Agência Nacional das Águas (ANA – HIDRO). A SEMA-MT publica o Relatório de monitoramento da qualidade da água superficial do Estado de Mato Grosso e estão disponíveis no sítio <http://www.sema.mt.gov.br/transparencia/index.php/gestao-ambiental/monitoramento-ambiental/qualidade-da-agua>. Os dados de nível d'água foram obtidos do SNIRH Sistema Hidro – Telemetria <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/Mapa.aspx> com tempo de 15 minutos.

Descrição da área de estudo

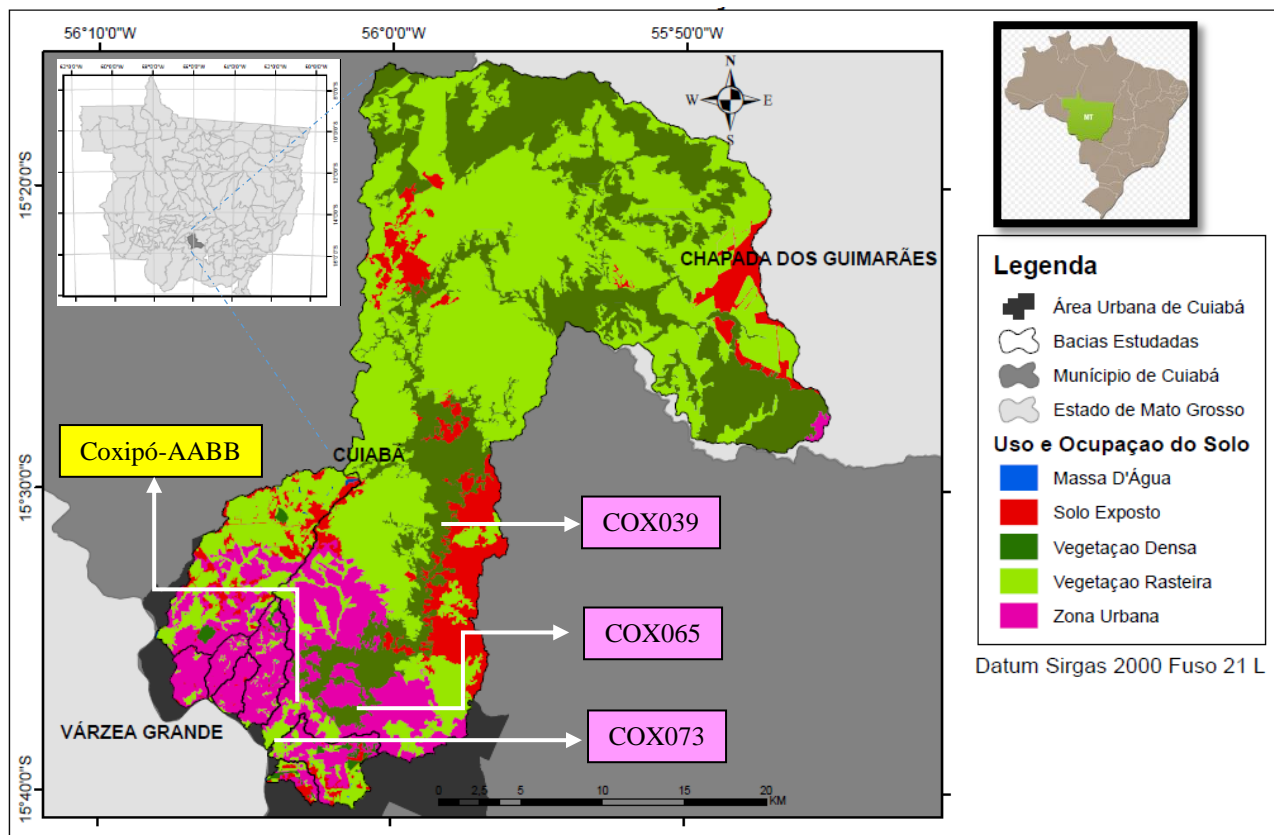
A Bacia Hidrográfica do Rio Coxipó possui uma área de drenagem de 692 km², localizando-se entre as coordenadas geográficas de 15° 20' a 15° 40' de latitude sul e 55° 36' a 56° 10' de longitude oeste de Greenwich, abrangendo os municípios de Cuiabá e Chapada dos Guimarães, ambos em Mato Grosso. Suas nascentes possuem uma altimetria em torno de 800 metros na formação geológica planalto dos Guimarães e sua foz no Rio Cuiabá ocorre na altimetria 160 metros na depressão Cuiabana percorrendo em torno de 80km (Rocha, 2003, apud Carvalho Junior 2019).

Analisando as particularidades desta bacia, Moraes et al. (2018) identifica grande importância por ser um polo de turismo e seu rio atravessar boa parte da zona urbana da capital, ocupando cerca de 22% da área urbana do município e compreendendo 54 bairros. A maior parte da Bacia do rio Coxipó, é protegida por parques e áreas de conservação ambiental, sendo um dos mais conhecidos: o Parque Nacional de Chapada dos Guimarães.

Como analisa Carvalho Junior (2019), as nascentes do Rio Coxipó ocorrem em rochas da Bacia Sedimentar do Grupo Paraná formado por arenitos, aquíferos intergranulares, e apresentam grande capacidade de armazenamento de água que alimenta a vazão de base. Já na região do baixo curso do Rio Coxipó ocorre aquíferos fraturados formados por aluviões depositados ao longo dos canais, rochas do Grupo Cuiabá, apresentando baixos estoques de água subterrânea, sendo recarregado principalmente pela drenagem das chuvas. Desta maneira, apresenta duas características hidráulicas, ou seja, rio de Planalto e de Planície Pantaneira.

Destaca-se a importância deste manancial em ser responsável pelo abastecimento de água de metade da população cuiabana e também receber boa parte dos efluentes originados na cidade, ou seja, é um corpo hídrico com múltiplos usos da água. Inclusive estudos já indicaram a potencial vulnerabilidade hídrica da bacia do Rio Coxipó (de Moraes et al., 2018). Na Figura 1 é apresentada a bacia hidrográfica com seu uso e ocupação do solo e espacialização das estações de monitoramento da qualidade da água e estação hidrométrica.

Figura 1 – Mapa de uso e ocupação do solo na Bacia do rio Coxipó, com indicação das estações de monitoramento.



COX039 = estação de qualidade da água, montante Coxipó do Ouro. COX065 = estação de qualidade da água, Av. das Torres. COX073 = estação de qualidade da água, Av. Fernando Corrêa. Coxipó-AABB = Estação hidrométrica.

Fonte: Adaptado de De Moraes et al. (2018).

Disponibilidade de monitoramento fluviométrico

Atualmente tem-se disponível uma estação hidrométrica convencional no Rio Coxipó - AABB operada pela SEMA-MT. Esta estação é constituída por sensor de nível CBS (OTT-Alemanha) que funciona pelo princípio da borbulha, dattaloger Duosens Standart (OTT-Alemanha) e pluviômetros do tipo bucket TB4 (Hydrological Services – Austrália), além dos lances de régua limnimétricas. A Tabela 1 apresenta informações cadastrais desta estação.

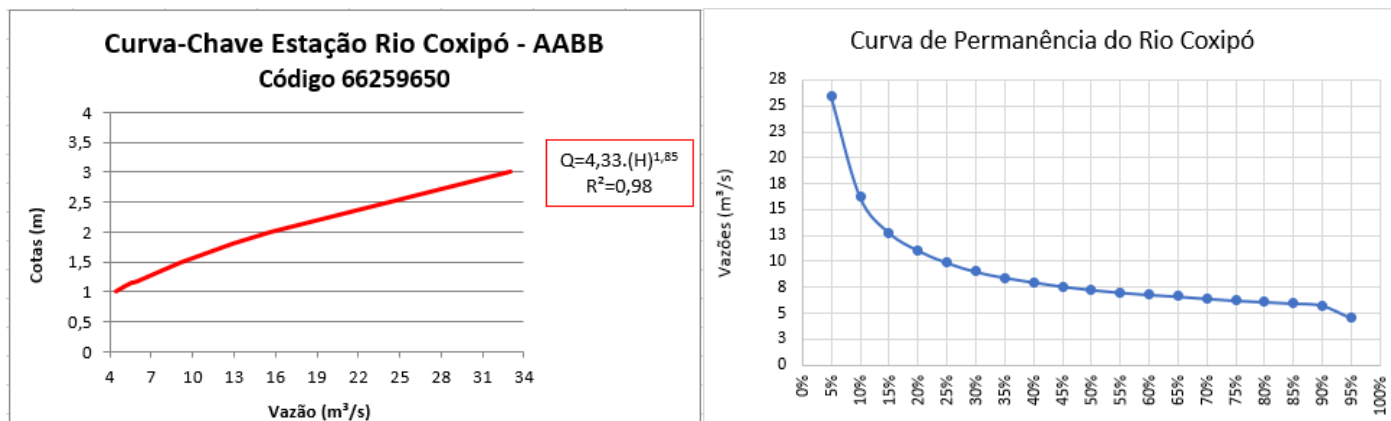
Tabela 1 – Estação hidrométrica no Rio Coxipó

Código	Nome do posto	Município/UF	Coordenadas	Altitude (m)	Área (km ²)	Disponibilidade de dados
01556016 66259650	Rio Coxipó - AABB	Cuiabá/MT	15°37'03,1"S 56°03'04,0"W	158	608,20	Dez-2013 a Abr-2021

Foi analisada a série histórica de nível d'água de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 e feita a equiparação com os dados de qualidade da água. Foram realizadas as médias diárias dos níveis d'água e convertidos em dados de vazão com utilização da curva-chave e trabalhou-se com as vazões médias mensais, totalizando 60 dados de vazão.

A curva-chave da estação Rio Coxipó – AABB foi confeccionada pelos Analistas de Meio Ambiente da SEMA-MT com base em medições de vazão realizadas pelo método do molinete no período de 2013 a 2015 (Carvalho Junior, 2019). A curva-chave da estação é apresentada na Figura 2a. A curva de permanência de vazões gerada a partir da curva-chave é apresentada na Figura 2b.

Figura 2 – a) Curva-Chave da estação fluviométrica Rio Coxipó-AABB (66259650) e b) curva de permanência.



Fonte: Adaptado de Carvalho Junior (2019).

O monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Coxipó

A análise da qualidade da água no Rio Coxipó foi inserida no programa de monitoramento estadual no ano de 2010. Atualmente são três pontos de monitoramento realizados pela SEMA/MT, identificados conforme Tabela 2 e localizados na bacia hidrográfica conforme Figura 1.

Tabela 2 – Estações de monitoramento de qualidade da água no Rio Coxipó.

Nome da Estação	Sigla da Estação	Coordenadas Geográficas		Altitude (m)	Área (km²)
		Latitude S	Longitude W		
Montante Coxipó do Ouro	COX039	15°27'29,1''	55°58'41,8''	179	438,6
Ponte na Av. das Torres	COX065	15°37'09,0''	56°00'47,5''	158	613,5
Ponte Av. Fernando Corrêa	COX073	15°37'30,8''	56°03'34,4''	155	680,6

A SEMA/MT realiza o Índice de Qualidade da Água (IQA-NSF), proposto em 1970 pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos com base no método DELPHI (da *Rand Corporation*) e introduzido no Brasil pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em 1975, utilizado para avaliar e classificar água de abastecimento público.

São utilizados nove parâmetros considerados relevantes para a avaliação e que são atribuídos pesos, de acordo com a importância relativa no cálculo do IQA, conforme Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Parâmetros e Pesos utilizados no Índice de Qualidade da Água.

Item	Parâmetro	Unidade	Metodologia de Análise	Peso (w)
1	Oxigênio Dissolvido	% saturação	Eletrométrico (APHA – 4500-0 G)	0,17
2	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Substrato Enzimático - Colilert® (APHA – 9223 B)	0,15
3	pH	-	Eletrométrico (APHA – 4500-H + B)	0,12
4	DBO _{5,20}	mg O ₂ /L	Eletrométrico e quimioluminescência (APHA – 5210 B)	0,10
5	Nitrogênio Nitrato	mg N/L	UV Screening (APHA – 4500-NO ₃ -B)	0,10
6	Fósforo Total	mg P/L	Espectrofotométrico – Ácido Ascórbico (APHA – 4500-P E)	0,10
7	Turbidez	UNT	Nefelométrico (APHA – 2130 B)	0,08
8	Sólidos Totais	MG/L	Gravimétrico (APHA – 2540 D)	0,08
9	Temperatura de Desvio	°C	Eletrométrico (APHA – 2550 B)	0,10

Fonte: MATO GROSSO (2018).

O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades da água correspondente aos nove parâmetros supracitados, através da seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde: IQA – Índice de Qualidade da Água, um número de 0 a 100; q_i – qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida; w_i – peso correspondente do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função de sua importância para a conformação global da qualidade, portanto:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

A qualidade de águas brutas, indicada pelo IQA, numa escala de 0 a 100, pode ser classificada para abastecimento público, segundo a graduação apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Faixa de variação para avaliação do Índice de Qualidade da Água.

Classificação	Faixa de Variação
Ótima	91 < IQA ≤ 100
Boa	71 < IQA ≤ 90
Regular	51 < IQA ≤ 70
Ruim	26 < IQA ≤ 50
Péssima	00 < IQA ≤ 25

Fonte: MATO GROSSO (2018).

As análises de qualidade da água são todas realizadas no Laboratório da SEMA/MT e seguem os procedimentos estabelecidos no Guia de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB que são baseados nos procedimentos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 21ª Edição (APHA, 2005).

De acordo com a Resolução CEHIDRO (Conselho Estadual de Recursos Hídricos) nº 68 de 11 de setembro de 2014, que dispõe sobre o enquadramento transitório das águas da bacia do Rio Coxipó e seus afluentes (MATO GROSSO, 2014), a Estação COX039 se situa a montante da cidade de Cuiabá e foi enquadrada como Classe 2, a Estação COX065 se situa em um trecho enquadrado como Classe 3 e a Estação COX073 situado praticamente na foz da bacia, foi enquadrado como Classe 4. Estas condições foram consideradas na análise dos resultados.

Análise dos dados

A primeira etapa das análises consistiu na organização do banco de dados que foi realizada em planilhas Excel Microsoft® juntamente com as estatísticas descritivas. Já os testes estatísticos foram realizados software R (versão 4.0.5) (R CORE TEAM, 2021). Foram realizadas as estatísticas descritivas das amostras e detectados os valores *outliers* que foram avaliados individualmente para verificar a necessidade ou não da sua exclusão. Nenhum valor foi excluído, porém houve algumas falhas no monitoramento que foram desconsiderados nas análises. Alguns dados fora do limite de detecção dos métodos laboratoriais foram substituídos pelo próprio limite de detecção.

Foi aplicada análise de tendência temporal. Realizou-se a verificação da correlação dos parâmetros de qualidade da água com o tempo por meio do teste de correlação de Spearman conforme Nascimento et al. (2020). Resultados estatisticamente significativos no teste de Spearman ($p < 0,05$) indicaram correlação positiva ou negativa. Seguiu-se a análise de Cordeiro et al. (2018) que sugerem o limiar de corte de $r > \pm 0,70$.

Para verificar a existência de diferenças significativas nos resultados obtidos nas estações de monitoramento de qualidade da água, foi realizado o teste não paramétrico de comparações múltiplas Kruskal-Wallis (KW), no intuito de evidenciar diferenças significativas entre os resultados das análises para cada estação, a 95% de confiança.

Assim, caso verificada diferença significativa de sazonalidade no KW ($p < 0,05$), foi considerada a existência de influência da sazonalidade dos dados e o teste Sazonal de Mann-Kendall (SMK) foi aplicado em seguida. Nos casos em que o *p-value* do teste KW para sazonalidade não foi considerado significativo ($p > 0,05$), a tendência temporal dos parâmetros foi verificada pela aplicação do teste Mann-Kendall (MK). Conforme explica Costa et al (2017), o valor da estatística S do teste indica se houve tendência positiva ou negativa para o parâmetro. Tanto para o teste de MK quanto para o teste SMK foram utilizados todos os dados da série histórica selecionada, uma vez que a frequência de amostragem é a mesma para todas as estações de monitoramento. O teste verifica se os valores tendem a aumentar ou diminuir com o tempo identificando relações monotônicas, isto é, associações, lineares ou não, entre as variáveis.

Quando ambos os resultados da correlação de Spearman e dos testes forem estatisticamente significativos ($p < 0,05$) e ambos indicaram o mesmo sentido (ρ e τ positivos ou ρ e τ negativos), conclui-se pela tendência de elevação ou redução das concentrações do parâmetro ao longo do período analisado. Quando apenas um dos resultados for significativo, a tendência é considerada inconclusiva. Por fim, quando nenhum dos testes apresentou resultado significativo, conclui-se pela ausência de tendência.

Por fim, corroborando com Costa et al (2017), utilizou-se as combinações possíveis de resultados indicadas na Tabela 5, os resultados dos testes foram analisados para determinar a tendência de cada parâmetro, para cada estação.

Tabela 5 – Combinações de possíveis resultados de tendência.

Teste de Correlação de Spearman	p-valor < 0,05		p-valor > 0,05
	$S^1 > 0$	$S < 0$	
p-valor < 0,05	Tendência significativa de elevação (\uparrow)	Tendência significativa de redução (\downarrow)	Inconclusivo com possibilidade de elevação ou de redução, conforme o valor de S^1
p-valor > 0,05	Inconclusivo com possibilidade de elevação	Inconclusivo com possibilidade de redução	Sem tendência (-)

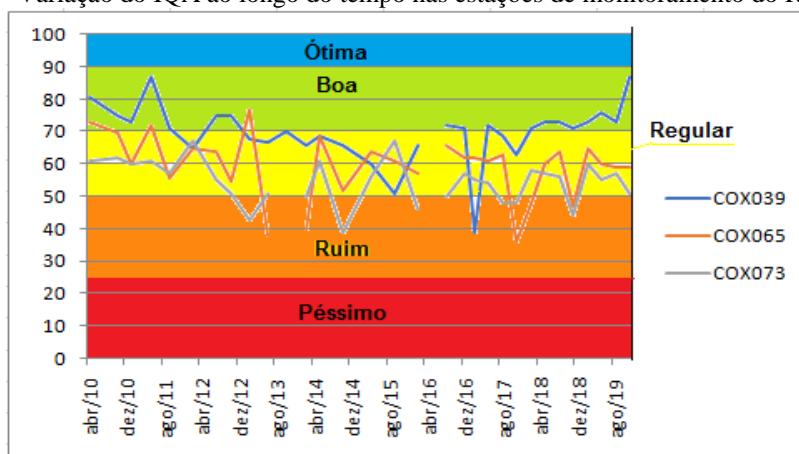
Fonte: Costa et al. (2017).

RESULTADOS

A Tabela 6 apresenta as estatísticas descritivas do conjunto de dados de qualidade da água. Para facilitar a análise da qualidade da água do Rio Coxipó preferiu-se utilizar os valores de IQA calculados pela SEMA/MT. A variação dos valores em cada estação de monitoramento é apresentada na Figura 3.

Percebe-se que na maior parte do tempo a classificação IQA foi regular, apenas a estação Montante do Coxipó do Ouro (COX039) apresenta qualidade boa nos anos de 2010 a 2012 e 2017 a 2019 e a estação Av. Fernando Corrêa (COX073) apresentou mais vezes qualidade ruim. De maneira geral já era de se esperar estes valores de IQA pelo impacto da cidade que continua a crescer em direção as nascentes.

Figura 3 – Variação do IQA ao longo do tempo nas estações de monitoramento do Rio Coxipó.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A Estação COX039, que se situa a montante da cidade e está em um trecho enquadrado como Classe 2, apresentou IQA classificado como Boa a Regular, com apenas uma vez no tempo monitorado como qualidade Ruim. Na série histórica monitorada se percebe que os valores de DBO estão sempre dentro do estabelecido para o enquadramento.

A Estação COX065, situada já dentro da mancha urbana e enquadrada como Classe 3, apresentou na maior parte do tempo IQA classificado como Regular e algumas vezes com valores Ruim.

Já a Estação COX073, situada praticamente na foz da bacia hidrográfica e enquadrada como Classe 4, apresentou IQA classificado como Regular e Ruim. Estes valores podem ser justificados pelo grande adensamento populacional e aporte de carga orgânica no corpo de água. Este trecho do corpo hídrico demanda maior aprofundamento nas análises e maior urgência no caso da implementação de ações para a recuperação do ambiente.

De maneira geral, os parâmetros que apresentaram maiores degradação foram: Oxigênio Dissolvido, DBO, Fósforo Total e Coliformes *E. coli*. Esses fatores de degradação ambiental são possivelmente relacionados à existência de lançamento de esgotos de origem doméstica indicados pela significativa presença das bactérias indicadoras de contaminação fecal, baixa no oxigênio dissolvido e elevação de nutrientes.

Tabela 6 – Faixa de variação para avaliação do Índice de Qualidade da Água.

Parâmetro (Limite Classe 2)	Ponto	Período Analisado	Nº de observações	Média	Desvio Padrão	Mediana	Q1	Q3	Min.	Max
Turbidez (UNT) (<100)	COX039	Abr/2010-Nov/2019	32	32.17	131.47	4.50	2.00	10.25	0.01	750
	COX065		32	22.23	29.73	9.50	5.75	34.30	0.01	143
	COX073		32	27.97	38.37	15.00	7.00	34.50	1.00	170
pH (6,00-9,00)	COX039	Abr/2010-Nov/2019	32	7.13	0.59	7.00	6.68	7.49	6.20	8.33
	COX065		32	7.08	0.53	7.05	6.69	7.49	6.10	8.40
	COX073		32	7.10	0.48	7.15	6.79	7.31	6.20	8.10
Oxigênio Dissolvido (mg/L) - (>5,00)	COX039	Abr/2010-Nov/2019	32	7.26	0.96	7.50	6.68	7.99	4.74	8.59
	COX065		31	6.80	1.90	7.33	6.36	7.82	2.90	8.35
	COX073		31	6.08	1.61	6.17	5.21	6.86	3.48	8.35
DBO (mg/L) (<5,00)	COX039	Abr/2010-Nov/2019	32	1.22	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	3
	COX065		32	2.09	2.23	1.00	1.00	2.00	1.00	11
	COX073		32	2.50	1.08	2.00	2.00	3.00	1.00	5
Nitrato (mg/L) (<10,00)	COX039	Abr/2010-Nov/2019	31	0.13	0.08	0.10	0.10	0.17	0.05	0.34
	COX065		31	0.18	0.17	0.10	0.10	0.20	0.05	0.90
	COX073		31	0.29	0.28	0.20	0.10	0.30	0.06	1.21
Fósforo Total (mg/L) (<0,10)	COX039	Abr/2010-Nov/2019	32	0.18	0.35	0.08	0.06	0.16	0.02	1.89
	COX065		32	0.22	0.23	0.13	0.07	0.27	0.02	0.89
	COX073		32	0.33	0.23	0.26	0.18	0.46	0.05	0.84
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)-(<=1000)	COX039	Abr/2010-Nov/2019	32	1479.75	3258.27	404.00	277.25	864.50	3	15531
	COX065		32	8379.53	7662.71	6017.00	2201.00	12691.75	10	27550
	COX073		32	9742.25	6610.83	8164.00	5566.50	14136.00	10	24192
Sólidos Totais (mg/L) ---	COX039	Abr/2010-Nov/2019	32	42.97	50.95	30.50	18.25	46.25	7	273
	COX065		32	71.47	52.07	55.50	33.75	99.25	2	206
	COX073		32	76.72	52.17	65.50	48.25	81.00	11	252
Temperatura da Água (°C)	COX039	Abr/2010-Nov/2019	32	26.17	2.40	26.10	25.18	27.63	21.00	31.20
	COX065		32	26.72	2.27	26.95	25.80	28.40	21.10	30.10
	COX073		32	26.91	2.47	26.85	25.48	28.60	21.60	31.00

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Q1: primeiro quartil; Q3: terceiro quartil; Min: mínimo; Máx: máximo.

Análise de tendência temporal

O teste de comparações múltiplas Kruskal-Wallis indicou haver diferenças significativas entre os resultados das análises para as diferentes estações de monitoramento, a 95% de confiança, para os parâmetros nitrogênio nitrato, oxigênio dissolvido, sólidos totais, temperatura da água e turbidez. Para estes parâmetros foi realizado o teste Sazonal de Mann-Kendall (SMK), para os demais foi realizado o teste Mann-Kendall (MK).

A correlação de Spearman das variáveis selecionadas, com destaque para as correlações significativas ($r \geq 0,70$; $p < 0,05$), destacadas em vermelho, é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Matriz de correlação de Spearman.

	OD	<i>E. coli</i>	pH	DBO	Nitrato	Fósforo	Turbidez	SDT	Temperatura	Vazão
OD	---	-0,204	-0,390	-0,534	0,100	-0,414	-0,316	0,034	-0,377	0,181
<i>E. coli</i>	-0,204	---	0,385	0,134	0,184	0,124	0,135	0,270	-0,140	0,022
pH	-0,390	0,385	---	0,320	-0,067	0,075	0,192	0,215	0,065	-0,006
DBO	-0,534	0,134	0,320	---	0,213	0,302	0,261	0,261	0,114	-0,374
Nitrato	0,100	0,184	-0,067	0,213	---	0,292	-0,072	-0,163	0,010	0,100
Fósforo	-0,414	0,124	0,075	0,302	0,292	---	-0,241	-0,545	0,059	-0,119
Turbidez	-0,316	0,135	0,192	0,261	-0,072	-0,241	---	0,831	0,285	0,452
SDT	0,034	0,270	0,215	-0,014	-0,163	-0,545	0,831	---	-0,003	0,535
Temperatura	-0,377	-0,140	0,065	0,114	0,010	0,059	0,285	-0,003	---	-0,093
Vazão	0,181	0,022	-0,006	-0,374	0,100	-0,119	0,452	0,535	-0,093	---

Correlações significativas ($r \geq 0,70$; $p < 0,05$) indicadas em vermelho. SDT = Sólidos Totais

A avaliação comparativa dos parâmetros elencados indicou a presença de apenas duas variáveis correlacionadas entre si, sendo elas turbidez e sólidos totais, com valor de r igual a 0,831. Desta maneira preferiu-se não excluir esses parâmetros das análises posteriores.

Foram investigados 10 parâmetros para as 2 primeiras estações e 11 parâmetros para a terceira estação, totalizando 31 resultados de tendência temporal, tendo-se a Tabela 8 que corresponde ao quadro resumo dos mesmos. Neste quadro resumo está indicada a presença ou ausência de tendência. Não foi observada tendência significativa, porém, houve situações sem concordância entre os testes, gerando inconclusividade nos resultados com possibilidades tanto de elevação ou como para redução, de acordo com o teste que indicou a existência de tendência.

Tabela 8 – Resumo dos resultados da aplicação dos testes para identificação de tendências temporais.

Estação	Parâmetros										
	OD	<i>E. coli</i>	pH	DBO	Nitrato	Fósforo	Turbidez	Sólidos	Temperatura	IQA	Vazão
COX039	Inc ↓	Sem tendência	Sem tendência	Sem tendência	Inc ↑	Sem tendência	Inc ↓	Inc ↓	Inc ↑	Sem tendência	---
COX065	Inc ↓	Sem tendência	Sem tendência	Sem tendência	Inc ↑	Sem tendência	Inc ↑	Inc ↑	Inc ↑	Sem tendência	Sem tendência
COX073	Inc ↓	Sem tendência	Sem tendência	Sem tendência	Inc ↑	Sem tendência	Inc ↑	Inc ↑	Inc ↑	Sem tendência	---

Parâmetros destacados em **Vermelho** foram realizados pelo método SMK e os outros pelo método MK.

Inc ↑ = Inconclusivo com possibilidade de elevação; Inc ↓ = Inconclusivo com possibilidade de redução

Na avaliação dos parâmetros testados, percebe-se não haver tendência significativa, apenas possibilidades de redução na concentração de oxigênio dissolvido e elevação na concentração de nitrato, turbidez, sólidos totais e temperatura da água.

Vale o destaque para a possibilidade de redução de oxigênio dissolvido (OD) que representa a degradação da matéria orgânica lançada no corpo hídrico podendo inclusive causar mortandade da vida aquática. Também é necessário atentar para a possibilidade de elevação de Nitrato, que em excesso pode causar problemas significativos na água, isto é, pode acelerar a eutrofização em locais com baixa movimentação da água desencadeando proliferação de plantas aquáticas. A diminuição do OD e elevação do Nitrato são indicativos da ausência do tratamento adequado de efluentes sanitários e dejetos animais.

Não houve tendência significativa para análise do indicador microbiológico, apesar de apresentar situação crítica no IQA. A ausência de tendência significa que as altas concentrações continuam presentes e que nenhuma estação apresentou tendência de melhoria. Recomenda-se fortemente a manutenção e continuidade do programa de monitoramento da qualidade da água para apurar novos estudos sobre tendências temporais de longo prazo.

AGRADECIMENTOS – A Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso por ceder os dados necessários para confecção deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (2005). “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”. 21th ed. Washington, USA.
- CARVALHO JUNIOR, W. C. (2019) “*Estimativa de vazão de alta permanência na bacia do Rio Coxipó/MT utilizando o Método Silveira e dados do Satélite TRMM*” in Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu/PR, Nov. 2019.
- COSTA et al (2017). *Evolução temporal da qualidade das águas na sub-bacia hidrográfica da represa da pampulha entre os anos de 2006 e 2016*. In: 3º Congresso Internacional RESAG 2017, Belo Horizonte-MG.
- CORDEIRO, P. F. et al. (2018) “*Aplicação de métodos estatísticos robustos na avaliação da qualidade da água de vertedores fluviométricos*” in Anais do III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Juiz de Fora/MG, Ago. 2018.
- DE MORAES, G.F.; LIMA, E.B.N.R.; FERRAREZ, E.M. (2018). “*Caracterização Fisiográfica e do Uso do Solo das Microbacias Urbanas da Cidade de Cuiabá-MT*”. E&S – Engineering and Science. Vol. 2, Ed. 7. pp. 42 – 53.
- MATO GROSSO (2014). Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CEHIDRO. *Resolução nº 68 de 11 de setembro de 2014, que dispõe sobre o enquadramento transitório das águas da bacia do Rio Coxipó e seus afluentes*. Cuiabá: SEMA/MT, 2014.
- MATO GROSSO (2018). Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA. *Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água do Estado de Mato Grosso – 2018-2019*. Org. FIGUEIREDO, S. B. Cuiabá: SEMA/MT, 2018.
- NASCIMENTO, T. R. da S. et al (2020). *Dois décadas de monitoramento da qualidade da água no Rio Piracicaba, Estado de Minas Gerais*. Revista Mineira de Recursos Hídricos, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2020.
- R CORE TEAM. R: *A language and environment for statistical computing*. Vienna, 2017. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 10 abr. 2021.