Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia
Curso de Graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

IGOR MONGELOS SILVA

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA MICROBACIA DO PROSA POR ANÁLISE FATORIAL A DOIS CRITÉRIOS E MEDIDAS DE CAMPO

CAMPO GRANDE - MS

2022

IGOR MONGELOS SILVA

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA MICROBACIA DO PROSA POR ANÁLISE FATORIAL A DOIS CRITÉRIOS E MEDIDAS DE CAMPO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção de título de Tecnólogo Ambiental.

CAMPO GRANDE - MS

2022

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia
Curso de Graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA MICROBACIA DO PROSA POR ANÁLISE FATORIAL A DOIS CRITÉRIOS E MEDIDAS DE CAMPO

Aprovado em / / 2022

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Professor M.e Ariel Ortiz Gomes
1º Examinador: Professora Drª Keila Roberta Ferreira de Oliveira
2º Examinador: Técnico M.e Marcelo Campos

Campo Grande – MS, 30 de novembro de 2022.

RESUMO

O monitoramento da qualidade dos recursos hídricos em bacias urbanas é uma das áreas da gestão pública que possui muita visibilidade em termos de planejamento urbano. Isto deve-se principalmente ao crescente processo de urbanização que impulsiona os riscos de poluição nos corpos hídricos locais e adjacentes. Em decorrência destes processos, os níveis de poluição são pré-estabelecidos em leis e normativas, e classificados de acordo com os usos pretendidos para este recurso. Desta forma, este trabalho teve o objetivo de discutir a qualidade da água da microbacia hidrográfica urbana do Prosa, através dos valores do IQA_{CETESB}. Utilizando o software *jamovi*, os dados secundários do programa "Córrego Limpo, Cidade Viva", foram submetidos a análise de variância e agrupadas em estações de chuva e estiagem, e ainda por pontos de monitoramento. Além disso, os resultados obtidos pela estatística descritiva dos parâmetros que compõem o IQA_{CETESB} foram confrontados com as legislações vigentes de enquadramento e correlacionados ente si. Também, observou-se que outros parâmetros podem contribuir para o monitoramento dos riscos que a bacia urbana sofre em termos de degradação da qualidade da sua água. Sendo assim, no âmbito de aumentar a eficiência do monitoramento da qualidade em bacias urbanas, a utilização de novos índices ou parâmetros podem revelar-se mais sensíveis, auxiliando a gestão pública deste recurso.

Palavra-chave: ANOVA, Gestão pública, Qualidade da água, Planejamento Urbano.

Sumário

1. INTRODUÇÃO 6

2. METODOLOGIA 8

2.1 Área de estudo 8

2.2 Índice de qualidade IQA_{CETESB} 10

2.3 Análises dos relatórios anuais e dos dados secundários 11

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES 14

3.1 Análise histórica da qualidade da água 14

3.2 Análise dos parâmetros frente a normativa CECA nº36/2012 20

3.3 Análise estatística do IQA_{CETESB} na microbacia do Prosa 22

3.4 Análise estatística dos dados secundário**s** 25

3.5 Monitoramento e análise das amostras pontuais 28

4. CONCLUSÃO 33

5. REFERÊNCIAS 34

1. INTRODUÇÃO

A água é o principal recurso natural do planeta, e deve-se reconhecer que a manutenção de sua qualidade é vital para a vida humana e animal, bem como para a manutenção do equilíbrio ecológico e das atividades de desenvolvimento. Nas últimas décadas o crescimento desenfreado da população mundial principalmente em regiões urbanizadas; da industrialização e das atividades agropecuárias, aumentaram significativamente a demanda por água doce, que aliada a uma preocupante escassez em muitas partes do mundo, tornaram o monitoramento deste recurso uma atividade indispensável.

Mesmo em regiões com abundantes recursos hídricos, têm se observado uma capacidade reduzida de atender à crescente demanda pelo consumo de água, e também em se minimizar os efeitos deletérios causados pelo mau uso e ocupação do solo, além dos lançamentos irregulares de esgoto industrial e doméstico que acabam restringindo ou inviabilizando economicamente o uso deste recurso. Os conflitos relacionados aos usos múltiplos e à falta de água potável destacam a necessidade de coordenar os diferentes usos da água por meio da gestão integrada, o que pressiona o saneamento e a tomada de decisões do governo, pois afetam a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico (Mendez et al., 2015).

Tendo em vista o lançamento contínuo de esgoto natural em diversas regiões do Brasil e as limitações dos sistemas de tratamento de esgoto, esses lançamentos também podem ser considerados fontes de poluição crônica, devido à complexa mistura de compostos orgânicos e inorgânicos nas águas superficiais, dessa forma o despejo de esgotos industriais, domésticos, atividades agrícolas e resíduos sólidos não geridos, são as principais fontes de poluição em águas superficiais e subterrâneas. Portanto, a qualidade da água está diretamente ligada ao seu tipo de uso e a qualidade aceitável está em função das atividades nela desenvolvidas bem como previstas. Assim, a garantia que sua qualidade seja atendida será somente através de políticas públicas de monitoramento e enquadramentos dos corpos d´água conforme o tipo e usos preponderantes. (Martins et al., 2014).

Quanto à poluição difusa, sabe-se que um dos efeitos da urbanização é a impermeabilização do solo, que promove um aumento significativo do volume e da velocidade do escoamento superficial, além da deposição de sedimentos no corpo d'água, resultando em um declínio significativo na qualidade da água das superficiais (Silva, 2009). Além disso, a limpeza das superfícies urbanas carrega consigo diversos compostos

provenientes das atividades antrópicas, como resíduos de obras da construção civil, partículas e gases levadas da atmosfera pela chuva, resíduos oleosos deixados pelos carros nas ruas e outros resíduos produzidos na cidade em área urbana, como consequência, a qualidade das águas urbanas vem se deteriorando ao longo dos anos (Tucci, 2008).

Um marco fundamental para o meio ambiente no Brasil, foi a criação da resolução nº 20 de 18 de junho de 1986 pelo conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), onde estabeleceu limites para legislação ambiental ao definir padrões das águas doces, salobras e salinas em sistemas de classes de qualidade, com base nos seus usos preponderantes, visando assegurar a qualidade compatível com os usos mais exigentes e também reduzir gastos nas ações de combate preventivo da poluição. Esta Resolução apresentou os primeiros limites de concentração dos parâmetros componentes da água visando a qualidade. No entanto, ao passar dos anos essa resolução sofreu alterações visando sempre a melhoria da qualidade das águas e em 2005 foi alterada e substituída pela nova resolução a CONAMA 357 de 17 de março de 2005, vigente até hoje no país (Brasil, 2015).

O Estado do Mato Grosso do Sul possui legislação própria mais restritiva que a federal. A Deliberação CECA/MS Nº 36, de 27 de junho de 2012 que no seu Art. 1º dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul, define as condições e padrões de lançamento de efluentes para o Estado (Mato Grosso do Sul, 2012), observadas as disposições constantes da Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005) e da Resolução CONAMA n. 430, de 13 de maio de 2011 (Brasil, 2011) que trata exclusivamente de lançamentos de efluentes nos mananciais superficiais.

Com base nestas normativas, e cumprindo a lei n° 9.433 que institui a Política nacional de Recursos Hídricos, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR) criou em março de 2009, o projeto "Córrego Limpo, Cidade Viva", no qual implantou um Programa de monitoramento continuado da qualidade das águas superficiais, visando a obtenção de dados com a evolução das bacias urbanas de Campo Grande (SEMADUR, 2018).

O Programa Córrego Limpo atua em parceria com a concessionária responsável pelos serviços de água e esgoto do município de Campo Grande, e foi a responsável pela coleta de amostras, realização de ensaios laboratoriais e expedição dos relatórios anuais, além das inspeções visuais e fiscalizações programadas. O monitoramento da qualidade das águas superficiais do município foi iniciado em 2009 e contava com 56 pontos. Atualmente, o monitoramento conta com 81 pontos de amostragem, distribuídos em nove das onze

microbacias de Campo Grande. Para dinamizar a avaliação e monitoramento das bacias urbanas, o Programa Córrego Limpo utiliza o Índice de Qualidade da Água (IQA_{CETESB}) adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Para Inea (2017), o monitoramento ambiental consiste no acompanhamento sistemático dos aspectos qualitativos e quantitativos das águas, visando à produção de informações à comunidade científica e, principalmente propiciando uma percepção sistemática e integrada da realidade do meio ambiente.

Diante disso, o seguinte trabalho teve o objetivo de avaliar a qualidade da água da Bacia Hidrográfica Urbana do Prosa em trecho que inclui o Parque das Nações Indígenas, considerando os usos característicos da bacia. E com isto, conferir subsídios ao desenvolvimento de um indicador futuro de qualidade da água que auxilie na identificação da sua degradação por fontes difusas ou por lançamentos clandestinos de esgotos.

Foi possível, dentro desta análise, conferir se a utilização do IQA_{CETESB} para monitoramento da microbacia do Prosa conseguia indicar alteração, quando os parâmetros que o compõem excedem a conformidade com a classe de uso das águas superficiais com base na legislação estadual, ou no seu enquadramento previsto em normativa específica.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A microbacia do Prosa é uma das 9 bacias urbanas monitoradas da rede hidrográfica de Campo Grande. A Figura 1 ilustra os 81 pontos de amostragem estabelecidos pelo programa Córrego Limpo.

A bacia urbana do Prosa (Figura 2) é composta pelos córregos Sóter, Prosa, Vendas, Desbarrancado, Revellieu, Pindaré e Joaquim Português e não recebe contribuição de outra bacia. O programa municipal estabeleceu 7 pontos de monitoramento distribuídos pelos córregos Sóter (SOT 01 e 02), Prosa (PRO 01,02 e 03) e Vendas (VEN 01 e 02).

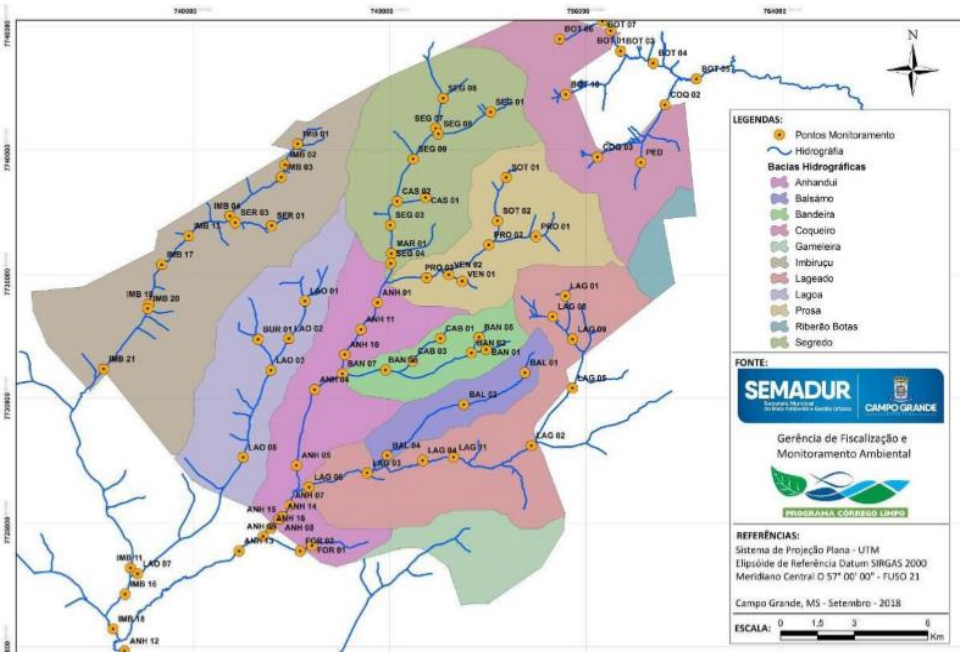

Figura 1 - Pontos de monitoramento do Projeto Córrego Limpo.
Fonte: SEMADUR (2018).

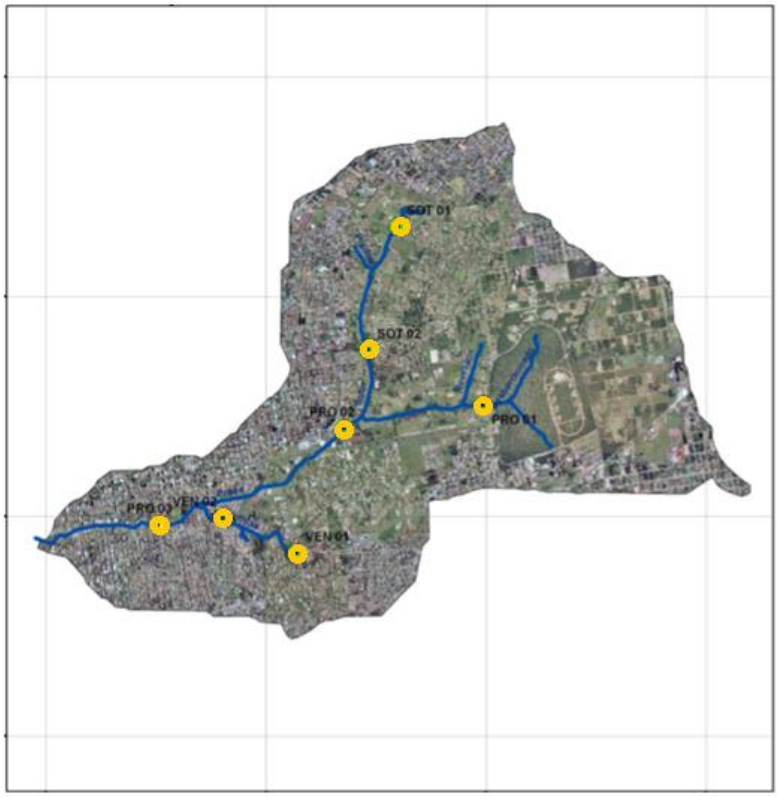

Figura 2. Pontos de coletas da microbacia do Prosa.
Fonte: SEMADUR (2018). Adaptado pelo autor.

O córrego Prosa nasce na região do bairro Veraneio, da confluência dos córregos Desbarrancado e Joaquim Português, ambos protegidos pelo Parque Estadual do Prosa, recebendo contribuição do córrego Revellieu no parque das Nações Indígenas. Encontra-se com o córrego Sóter próximo à saída do lago do Parque das Nações Indígenas e segue em direção ao centro recebendo contribuições parciais da drenagem dos bairros Jardim dos Estados e Centro; e dos bairros Chácara Cachoeira, São Lourenço, Bela Vista, São Bento, Itanhangá e Glória, encontrando-se com o rio Segredo entre a região central e o Bairro Amambaí.

O córrego Sóter nasce no Parque Estadual do Sóter, no bairro Mata do Jacinto e próximo à nascente recebe contribuição do córrego Pindaré. Em seu curso recebe contribuição da drenagem dos bairros Carandá Bosque, Vila Margarida, Jardim Autonomista e Santa Fé, até sua confluência com o córrego Prosa.

O córrego Vendas nasce atrás da Escola Estadual Hércules Maymone, recebe contribuição de drenagem dos bairros Bela Vista, Itanhangá e Glória, percorrendo 1,8 km até confluir com o córrego Prosa, no cruzamento da rua Joaquim Murtinho com a avenida Ricardo Brandão.

2.2 Índice de qualidade IQA_{CETESB}

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptou e desenvolveu o IQA a partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos. O **IQA_{CETESB}** incorpora nove parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, cujo objetivo principal é utilização para abastecimento público, mediante tratamento adequado (CETESB, apêndice D, 2021). Os parâmetros que compõem o IQA_{CETESB} são: oxigênio dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$), turbidez, sólidos totais, coliformes termotolerantes, fósforo total (FT), nitrogênio total (NT), temperatura e pH. Este Índice foi adotado para o monitoramento deste plano de trabalho, para efeito de comparação com os dados secundários obtidos pelo Programa Córrego Limpo.

O IQA_{CETESB} foi criado a partir de uma pesquisa com especialistas que diante de diversos parâmetros de qualidade da água, indicaram as variáveis a serem analisadas, seus pesos relativos de acordo com a importância atribuída e as condições que se encontram (concentrações ou medições). O cálculo deste índice é obtido pelo produtório ponderado da qualidade dos parâmetros, onde as qualidades são obtidas por suas respectivas curvas médias

exibindo qualificação de 0 a 100, e as ponderações entre 0 e 1.

A fórmula para calcular o IQA_{CETESB} é a seguinte:

$$IQA_{CETESB} = \prod_{i=1}^{n} q_i^{Wi} \qquad \text{(Equação 1)}$$

onde:

IQA_{CETESB} : Índice de qualidade das águas;

q_i : qualidade do i-ésimo parâmetro, (curvas médias);

W_i : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro;

n : número de parâmetros

Com os valores do IQA_{CETESB} é possível determinar a qualidade da água bruta, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB (2021).

2.3 Análises dos relatórios anuais e dos dados secundários

Para a realização do monitoramento da qualidade, foram analisados os relatórios anuais e os resultados analíticos das campanhas efetuadas pelo Programa Córrego Limpo, bem como foram realizadas campanhas de monitoramento da qualidade da água na Bacia do Prosa.

Os dados secundários foram obtidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (SEMADUR) da Prefeitura Municipal de Campo Grande, tanto os resultados do monitoramento dos parâmetros, quanto os valores de IQA_{CETESB} no mesmo período (SEMADUR, 2020). Tais dados foram devidamente organizados, onde as variações do IQA_{CETESB} e seus parâmetros foram confrontados com a Deliberação CECA n°36 (Mato Grosso do Sul, 2012) e suas variações e possíveis influências (inclusive sazonais) foram avaliadas. Os dados são referentes a campanhas realizadas trimestralmente, entre março de

2009 e janeiro de 2021.

As campanhas de campo realizadas neste trabalho seguiram amostragens pontuais e compostas, bem como houve monitoramento contínuo dos parâmetros. Na coleta pontual, as amostras foram coletadas uma única vez em um determinado instante, constituída por uma única porção, com intuito de garantir a mesma concentração dos componentes em todos os frascos de todos os parâmetros de análise, e foram acondicionadas.

Assim, as atividades em campo foram efetuadas no 3° trimestre de 2019, divididas em duas campanhas: o monitoramento inicial de 8 horas no ponto Sóter 02; e a coleta das amostras nos pontos Sóter 01 e 02. As amostras foram acondicionadas em frascos vedados e encaminhadas diretamente para o Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA), nas dependências da UFMS.

O monitoramento foi realizado das 8 horas da manhã às 16 horas da tarde, com uma sonda multiparâmetro da marca Hanna® modelo HI 9892, com registro de dados em intervalos de 01 minuto dos parâmetros: oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura e pH. O objetivo desta etapa foi de identificar significativas variações dos parâmetros físico-químicos ao longo de um dia sem chuva, a fim de estabelecer os melhores horários para coleta das amostras.

Na segunda campanha, houve a coleta das amostras entre os pontos Sóter 01 e 02, simultaneamente e divididas em três horários, iniciando-se às 8 horas da manhã com uma coleta pontual (AM01), uma coleta composta entre às 11 e 13 horas (AM02) e finalizando com outra coleta pontual às 17 horas (AM03).

No laboratório, os nove parâmetros do IQA foram analisados e com o objetivo de ampliar a percepção das espécies químicas presentes, foram adicionados os parâmetros nitrogênio amoniacal, cloretos, surfactantes e condutividade. Os procedimentos utilizados no monitoramento, coleta de amostras e análises dos parâmetros do IQA_{CETESB} obedeceram aos procedimentos analíticos preconizados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA *et al.*, 2012).

Tabela 2. Métodos analíticos utilizados.

Parâmetros	**Unidades**	**Técnica analítica**
pH	-	Standard Methods – Método 4500-H+ B
$DBO_{5,20}$	mg/L	Standard Methods – Método 5210 B
Fósforo Total	mg/L P	Standard Methods – Método 4500 P D
Nitrogênio Total	mg/L N	HACH – Método 10208
Temperatura	°C	Standard Methods – Método 2550 B
Turbidez	NTU	Standard Methods – Método 2130 B
Sólidos Totais	mg/L	Standard Methods – Método 2540 B
Oxigênio Dissolvido	mg/L O_2	Standard Methods – Método 5220 C
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	Standard Methods – Método 9223 B / Colilert
Escherichia coli	NMP/100mL	Standard Methods – Método 9223 B / Colilert
Amônia	mg/L N-NH_3	HACH – Método 8038
Cloreto	mg/L Cl	Standard Methods – Método 4500 Cl^- B
Surfactante	mg/L LAS	HACH – Método TNT874-BR
Condutividade	µS/cm	Standard Methods – Método 2510 B

Para a avaliação dos dados, os mesmos foram e dispostos em planilha do software Excel® (Microsoft), tratados pelo software *jamovi*. Foram realizadas avaliações temporais, análise de variância e gráficos comparativos, bem como uma avaliação frente às legislações de qualidade da água para as classes de uso e de enquadramento dos córregos pertencentes à Bacia do Prosa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise histórica da qualidade da água

As variações da qualidade de água entre os pontos amostrados e seus respectivos resultados de IQA_{CETESB}, analisados entre o segundo trimestre de 2009 e primeiro trimestre de 2021.

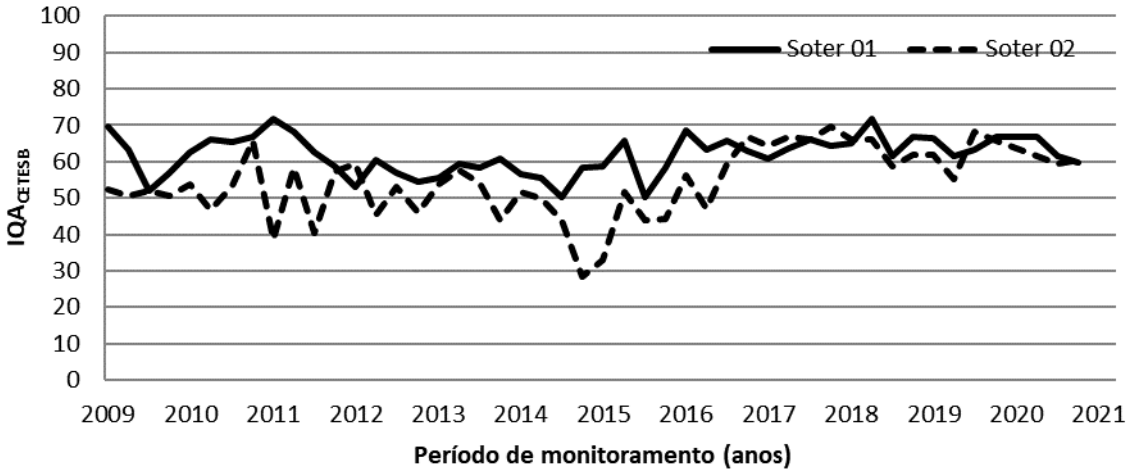

Figura 3. Variação do IQA_{CETESB} entre Soter 01 e Soter 02 no Programa

Na Figura 3, nota-se que a classificação do IQA_{CETESB} para o ponto Soter 01 é superior ao Sóter 02 na maioria dos períodos analisados, indicando que a qualidade da água no ponto mais próximo à nascente do córrego Sóter é superior à qualidade da água no ponto à jusante, Soter 02, que está localizado após o Parque Sóter.

A análise pontual do Sóter 01, indicou que 45 campanhas obtiveram classificação Boa e duas Regulares, ocorridas nos últimos trimestres de 2014 e 2015, ambas com o IQA_{CETESB} igual a 50. Segundo dados obtidos, estas duas campanhas apresentaram precipitação nas últimas 24 horas. Desta forma, estes eventos podem ter possibilitado o aporte de sedimentos e de matéria orgânica.

Estas campanhas também registraram a segunda maior concentração de fósforo total (0,29 mg/L) e coliformes termotolerantes ($1,1xE^4$ NPR/100mL), influenciando uma queda no valor do índice.

A análise pontual do Sóter 02, indicou que 35 campanhas obtiveram classificação Boa, 10 Regulares e duas Ruins. Estas duas últimas campanhas, ocorreram no primeiro e

segundo trimestre de 2015 e apresentaram as piores classificações de todas as campanhas entre os sete pontos analisados. Nestas campanhas ocorreram o extravasamento da rede de drenagem ocasionados pela alta intensidade de chuva, indicando uma possível interferência negativa na qualidade da água em virtude da lavagem superficial das ruas pela chuva e carreamento de resíduos para o córrego. A Tabela 3 expõe os principais parâmetros afetados.

Tabela 3. Parâmetros afetados pela chuva no ponto Sóter 02.

Período	$DBO_{5,20}$ (mg/L)	OD (mg/L)	FT (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/mL)	IQA_{CETESB}
jan/15	34	4,77	0,78	$3,4.E^5$	27
abr/15	21	5,01	0,41	$1,2. E^5$	33

Observa-se também na Figura 3 uma relativa melhora da qualidade da água do córrego Sóter, que a partir do 4º trimestre de 2016 manteve uma classificação Boa até o primeiro trimestre de 2021.

O ponto Prosa 01 está localizado dentro do Parque das nações indígenas, antes da confluência do córrego Sóter e, portanto, à montante do ponto Prosa 02. Visualizando a Figura 4, observa-se que a qualidade da água no ponto Prosa 01 é majoritariamente superior à qualidade no Prosa 02, com exceção das campanhas do 1° e 2° trimestre de 2017 e 4° trimestre de 2019.

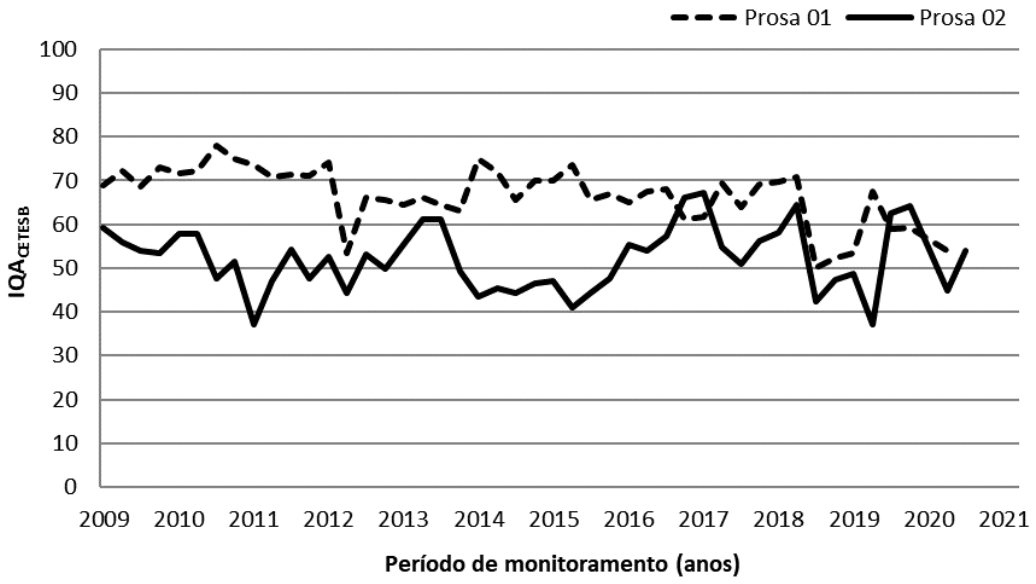

Figura 4. Variação do IQA_{CETESB} entre Prosa 01 e Prosa 02.

A análise pontual do Prosa 01, indicou que 45 campanhas obtiveram Boa classificação e apenas uma Regular, ocorrido no 4º trimestre de 2018 (IQA_{CETESB} igual a 49), exibindo proximidade da ponderação Boa. Esta campanha apresentou a maior alteração do parâmetro de turbidez neste ponto (390 NTU) e sólidos totais (229 mg/L), que em conjunto com a elevada concentração de coliformes termotolerantes influenciaram a queda do índice. Nas campanhas seguintes do 1° e 2° trimestres de 2019, este parâmetro apresentou-se relevantemente elevado (90 e 80 NTU, respectivamente), indicando continuidade da presença de sólidos grosseiros.

De acordo com o Diário Oficial de 11 de julho de 2019, foi aprovado a licitação para o projeto de contenção do assoreamento do lago do Parque das Nações Indígenas e a revitalização do córrego Joaquim Português, prejudicados pela antiga rede de drenagem. As obras tiveram início em janeiro de 2021 (IMASUL, 2021).

A análise pontual do Prosa 02, indicou que 26 campanhas obtiveram Boa classificação e 21 Regulares. As campanhas que apresentaram as piores classificações, ocorreram no 2º trimestre de 2011 (IQA_{CETESB} igual a 40) e 3° trimestre de 2019 (IQA_{CETESB} igual a 37), exibindo proximidade da ponderação Ruim. Os parâmetros que apresentaram significativa piora nestas campanhas e excedem ao limite do normativo estadual, estão exibidos na tabela 4.

Tabela 4. Campanhas de pior classificação no Prosa 02

Período	FT (mg/L)	Turbidez (NTU)	Sólidos totais (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/mL)	IQA_{CETESB}
abr/11	0,21	108	289	$4{,}0.E^4$	40
jul/19	0,42	1000	725	$3{,}4.E^4$	37

Além disso, observou-se que as maiores medições de turbidez de todas as campanhas entre os sete pontos, ocorreram no 4° trimestre de 2018 e 3° trimestre de 2019, ambos com valores de 1000 NTU, refletindo a queda do índice nestes períodos.

Na Figura 5, é possível observar que a qualidade da água no ponto Vendas 01 é superior ao Vendas 02, e também uma forte similaridade do comportamento dos índices ao longo do monitoramento, sugerindo pouca influência externa.

A análise pontual do Vendas 01, indicou que 44 campanhas obtiveram Boa classificação e apenas 3 resultados Regulares. As campanhas que obtiveram as piores

classificações ocorreram no 2° e 3° trimestre de 2009 (IQA_{CETESB} igual a 49) e 3° trimestre de 2020 (IQA_{CETESB} igual a 48), exibindo proximidade da ponderação Boa.

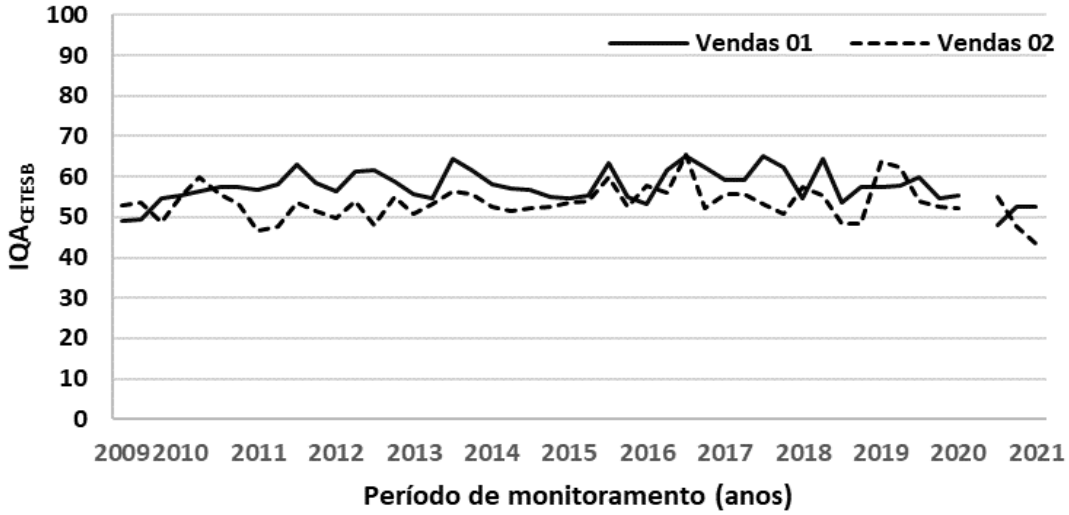

Figura 5. Variação do IQA_{CETESB} entre Vendas 01 e Vendas 02.

A análise pontual do Vendas 02, indicou que 38 campanhas obtiveram Boa classificação e 9 resultados Regulares. As campanhas que obtiveram as piores ponderações ocorreram no 1° trimestre de 2011 (IQA_{CETESB} igual a 47) e 1° trimestre de 2021 (IQA_{CETESB} igual a 43). Os parâmetros que obtiveram maiores alterações na campanha do 1° trimestre de 2011 foram $DBO_{5,20}$ (7,2 mg/L) e coliformes termotolerantes (9,5.E^4 NMP/mL)**,** enquanto na campanha do 1° trimestre de 2021 os parâmetros que apresentaram maiores alterações foram fósforo total (0,36 mg/L) e coliformes termotolerantes (4,0.E^5 NMP/mL)**.**

A análise pontual do Prosa 03, apresentou 22 campanhas com Boa classificação e 25 campanhas Regulares. As campanhas que obtiveram as piores ponderações ocorreram no 3° trimestre de 2009 e 4° trimestre de 2018 (Tabela 5).

Tabela 5. Campanhas de pior classificação no Prosa 03

Período	$DBO_{5,20}$ (mg/L)	Turbidez (NTU)	Sólidos totais (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/mL)	IQA_{CETESB}
jul/09	6,7	103	259	9,0.E^4	39
out/18	4,2	500	401	8,7.E4	39

Analisando os sete pontos de forma conjunta, é possível observar que a qualidade da água decresceu desde a montante, para a jusante da bacia e apresentou-se superior nas proximidades das nascentes.

Na Figura 6, uma comparação entre a qualidade dos córregos Sóter, Prosa e Vendas nas proximidades das nascentes, em que ambos os pontos exibem Boa qualidade em quase todas as campanhas, com superioridade do Prosa 01 até o 4° trimestre de 2018.

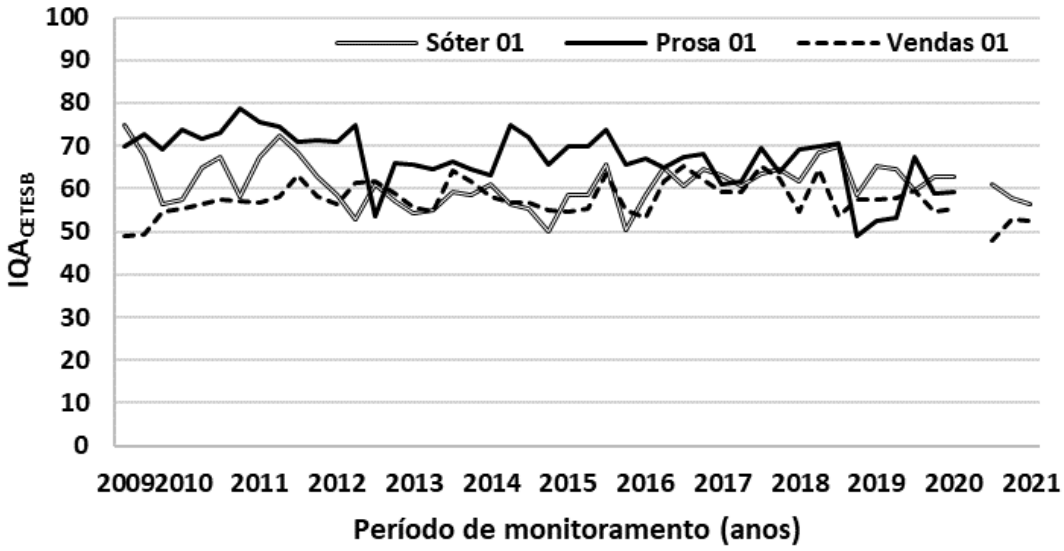

Figura 6. Comparação do IQA$_{CETESB}$ entre Sóter 01, Prosa 01 e Vendas 01.

Na Figura 7, identifica-se que a qualidade da água entre os pontos Sóter 02 e Prosa 02 possuem alguma similaridade, mantendo-se entre Bom e Regular na maioria das campanhas realizadas. Estes pontos são subsequentes, sendo o Sóter 02 localizado um pouco à montante da confluência do córrego Sóter com o córrego Prosa, e o ponto Prosa 02 se localiza após esta confluência.

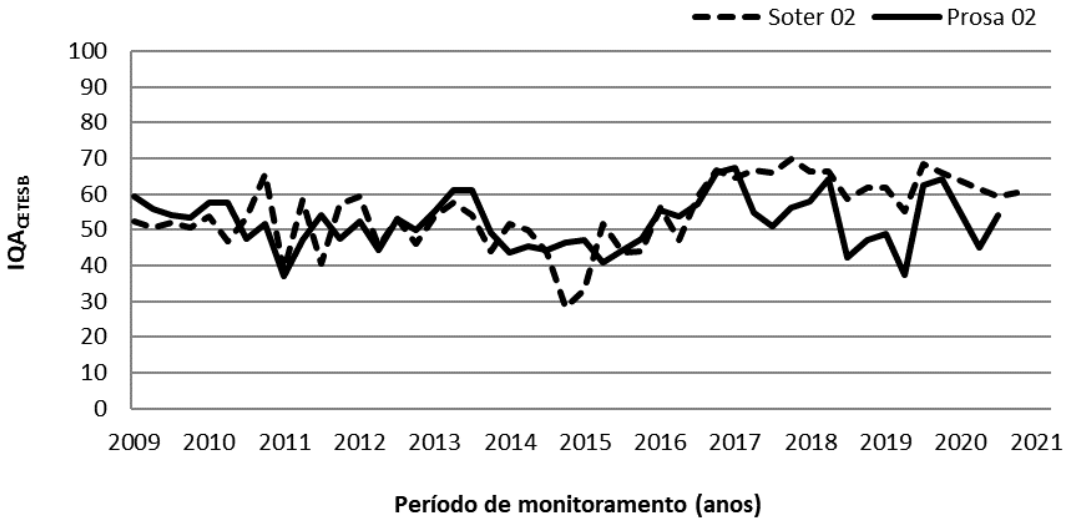

Figura 7. Variação do IQA$_{CETESB}$ entre Soter 02 e Prosa 02.

O ponto Prosa 03, situa-se à jusante da confluência do córrego Vendas com o Prosa sendo o ponto mais próximo ao exutório da microbacia. Observa-se na Figura 9, que a qualidade dos pontos Prosa 01 e Prosa 02 é majoritariamente superior ao Prosa 03. Também é possível observar que há similaridade de comportamento em eventos no ponto Prosa 01, entre o 4° trimestre de 2018 e 2° de 2019, que podem estar relacionados com a elevação da concentração dos parâmetros de turbidez e sólidos totais nos pontos Prosa 02 e Prosa 03, influenciando a queda do índice nos trimestres seguintes.

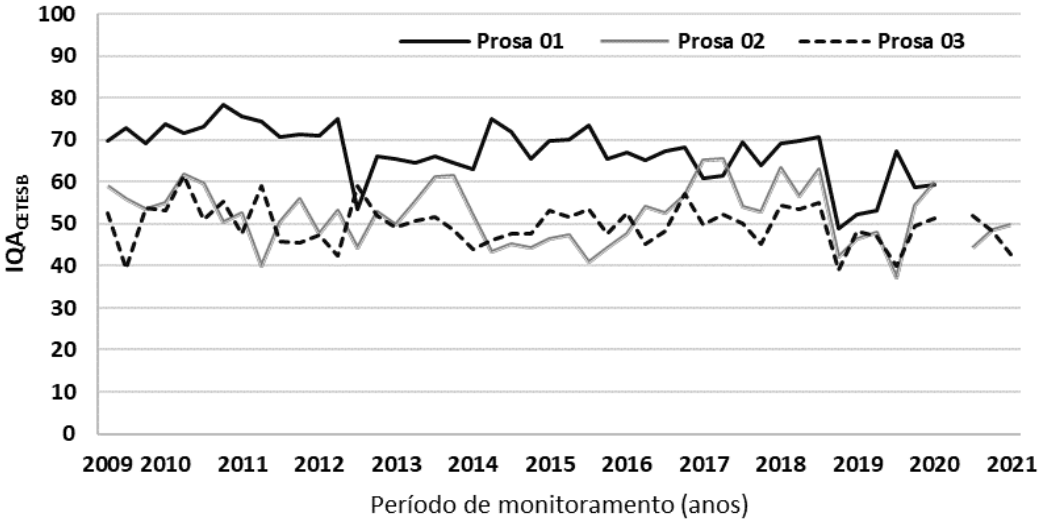

Figura 8. Variação do IQA_{CETESB} do córrego Prosa

Sendo assim, a variação do IQA_{CETESB} nos sete pontos ao longo das campanhas, evidenciam que o Prosa 01 apresentou a melhor qualidade entre os pontos estudados seguido do Sóter 01 e Vendas 01, enquanto que o Prosa 03 apresentou o maior número de campanhas com ponderações Regulares e o Sóter 02 o único que apresentou ponderações Ruins. Os pontos Vendas 01 e 02 apresentaram as menores variações do índice durante o período de monitoramento.

3.2 Análise dos parâmetros frente a normativa CECA nº36/2012

Os parâmetros que compõem o IQA_{CETESB} e estão descritos na Deliberação CECA n° 36 (Mato Grosso do Sul, 2012) são: oxigênio dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$), turbidez, coliformes termotolerantes, fósforo total (FT), temperatura e pH. Os parâmetros nitrogênio total e sólidos totais também compõem o IQA_{CETESB}, entretanto a normativa estadual não prevê diretamente, limites de concentração para estes parâmetros, restringindo a variável nitrogênio em termos de nitrogênio amoniacal, nitritos e nitratos; e sólidos totais em sólidos dissolvidos totais. Portanto, estes parâmetros não serão analisados frente a normativa. Além disso, os parâmetros oxigênio dissolvido, temperatura e ph respeitaram praticamente 100% das campanhas monitoradas, segundo os dados secundários.

A Figura 9, ilustra uma característica da microbacia do Prosa: os elevados níveis de coliformes termotolerantes durante todo o período do monitoramento, que frequentemente ultrapassaram a concentração de 1.000 NMP/100mL

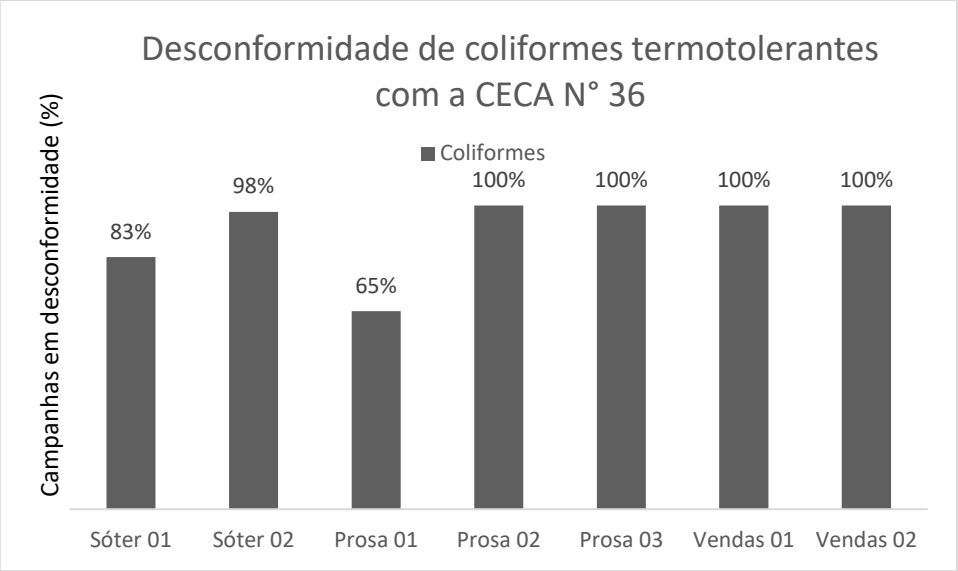

Figura 9. Desconformidade de coliformes termotolerantes nos pontos de monitoramento

Os parâmetros $DBO_{5,20}$ e fósforo total apresentaram maior conformidade com a normativa ao longo do monitoramento. A Figura 10, ilustra a frequência relativa de conformidades destes parâmetros com a normativa estadual, e ainda uma comparação entre a frequência geral de cada ponto e os períodos de chuva e estiagem.

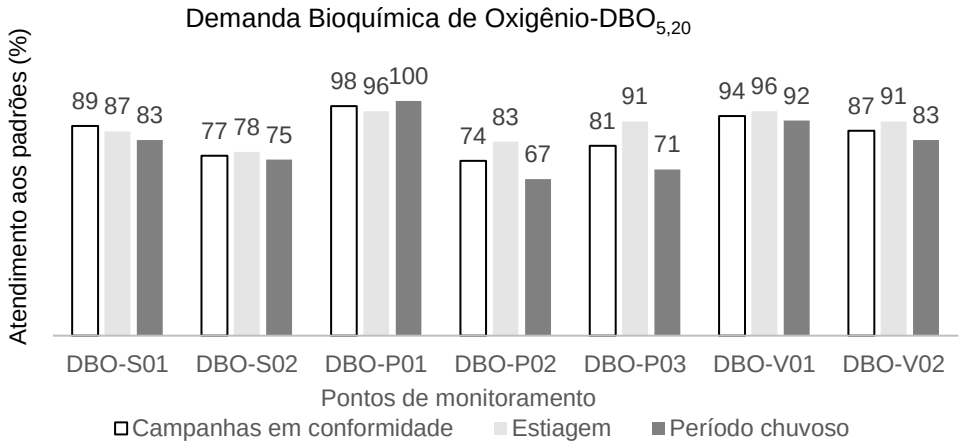

Figura 10-a. Conformidade do parâmetro $DBO_{5,20}$ com a CECA n° 36

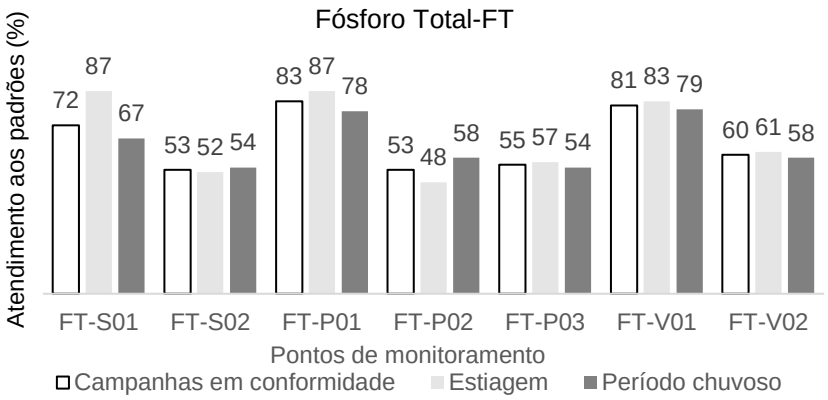

Figura 10-b. Conformidade do parâmetro FT com a CECA n° 36

Na Figura 10-a, observa-se que os pontos próximos às nascentes (Prosa 01, Sóter 01 e Vendas 01), apresentam as maiores frequências de conformidades em ambos os períodos (chuvoso e estiagem); e os pontos Prosa 02 e 03 apresentam as menores frequências, com divergência significativa entre os períodos de chuva e estiagem.

Na Figura 10-b, o parâmetro FT possui maior desconformidade nos pontos à jusante das nascentes, sem divergência significativa entre os períodos de chuva e estiagem. Os pontos próximos às nascentes, apresentam maior frequência de conformidades, com divergência significativa entre os períodos de chuva e estiagem.

O parâmetro turbidez atendeu a normativa de 100 NTU com frequência acima de 90% na maioria dos pontos, com exceção dos pontos Prosa 01 e 02 que apresentaram diferença entre os períodos de chuva e estiagem.

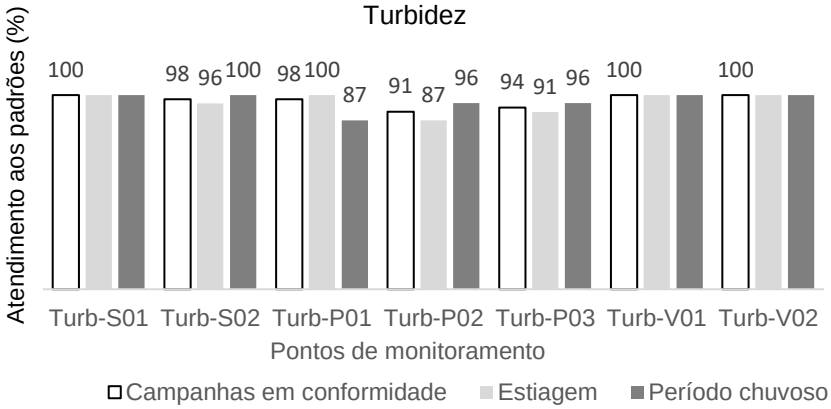

Figura 9. Conformidade do parâmetro turbidez com a CECA n° 36

3.3 Análise estatística do IQA_{CETESB} na microbacia do Prosa

Esta análise tratou os valores do IQA_{CETESB} por meio do software *jamovi*, inferências

estatísticas descritivas, além da análise de variância (teste de Tukey), onde a hipótese da divergência significativa dos valores do IQA_{CETESB} entre as estações de chuva e estiagem, e ainda sob agrupamento por pontos monitorados foram testados.

Através da Tabela 6 e Figura 12, há pouca diferença significativa entre as médias e medianas nas duas estações. Além disso, os valores no período de estiagem estão mais distribuídos entre a distância interquartil, com inclinação à direita. Também é importante observar que os valores do IQA_{CETESB} nos dois períodos possuem distribuição normal (teste de normalidade Shapiro-Wilk, $p \geq 0{,}05$).

Tabela 6. Análise descritiva da microbacia nas duas estações do ano

								Shapiro-Wilk	
	Período	**Média**	**Mediana**	**SD**	**Variância**	**Mínimo**	**Máximo**	**W**	**p**
IQA	chuvoso	55.6	55.0	7.69	59.1	26.6	78.6	0.986	0.085
	estiagem	57.3	56.5	8.54	73.0	33.1	74.9	0.991	0.438

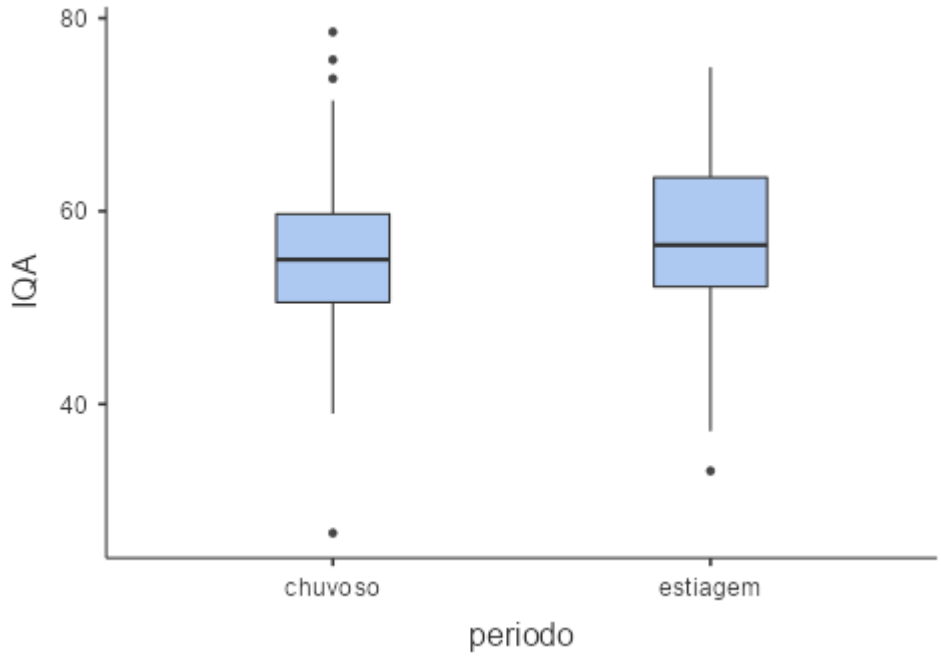

Figura 12. Gráfico Box-plot do IQA na microbacia do Prosa

Tabela 7. Análise descritiva dos pontos do monitoramento nas duas estações do ano

						Shapiro-Wilk	
	Local	**periodo**	**Mean**	**Median**	**SD**	**W**	**p**
IQA	pro_01	chuvoso	65.2	65.6	7.52	0.954	0.359
		estiagem	68.4	69.8	5.92	0.856	0.004
	pro_02	chuvoso	52.3	52.3	6.11	0.968	0.612
		estiagem	51.9	53.1	8.05	0.968	0.647
	pro_03	chuvoso	49.3	48.9	4.31	0.982	0.929
		estiagem	50.3	51.0	5.70	0.971	0.720
	sot_01	chuvoso	59.4	58.5	4.35	0.952	0.302
		estiagem	63.2	63.5	5.73	0.983	0.950
	sot_02	chuvoso	54.0	55.7	9.94	0.918	0.052
		estiagem	54.3	54.3	7.58	0.948	0.269
	ven_01	chuvoso	56.6	56.1	2.80	0.933	0.116
		estiagem	58.4	58.1	5.14	0.937	0.156
	ven_02	chuvoso	52.5	52.6	4.17	0.966	0.562
		estiagem	54.7	54.1	4.22	0.930	0.111

Na Tabela 7, observa-se que todos os pontos apresentam distribuição normal ($p \geq 0,05$), com exceção do Prosa 01 na estiagem. Apesar desse fato, prosseguiu-se com a análise de variância.

Observando a Figura 13 e Tabela 8, há diferenças significativas entre os valores do IQA_{CETESB} nos pontos monitorados, independentemente da estação do ano. Além disso, visualiza-se que não há interação significativa entre local e período, a nível de descaracterizar a estimativa marginal dos valores do IQA_{CETESB} na totalidade dos pontos monitorados. Apesar destas observações, através do teste Tukey identifica-se semelhanças estatísticas entre os pontos Prosa 02 e 03 ($p_{Tukey}= 0,547$), Prosa 02 e Sóter 02 ($p_{Tukey}= 0,628$).

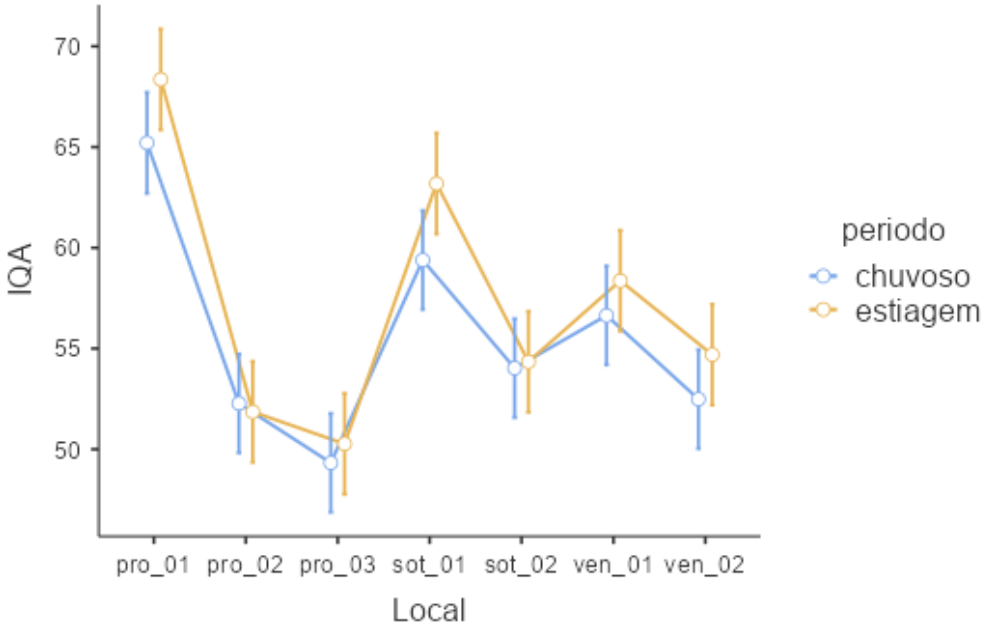

Figura 13. Média marginal estimada dos pontos do monitoramento

Tabela 8. Resultados do teste ANOVA para o IQA$_{CETESB}$

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Local	9671	6	1611.8	43.314	< .001
periodo	230	1	229.7	6.172	0.014
Local ✻ periodo	160	6	26.7	0.718	0.635
Residuals	11684	314	37.2		

3.4 Análise estatística dos dados secundários

A Tabela 7, exibe o comparativo das médias dos parâmetros em concentração, agrupada por pontos de monitoramento e por estação.

Observa-se que os parâmetros oxigênio dissolvido, temperatura e pH atenderam a normativa estadual em todos as médias. Além disso, a média dos parâmetros $DBO_{5,20}$ e FT pouco distanciam-se da normativa e as médias de coliformes termotolerantes ultrapassam a classe 3 (4.000 NPM/100mL).

Tabela 7. Média dos parâmetros do IQA$_{CETESB}$ nas duas estações do ano

	Local	periodo	ph	DBO	FT	NT	Temperatura	Turbidez	ST	OD	Coliformes
Média	pro_01	chuvoso	7.33	2.51	0.0796	2.10	23.9	35.0	60.9	7.66	4525
		estiagem	7.35	2.44	0.0682	1.37	22.4	18.5	54.2	7.96	3614
	pro_02	chuvoso	7.41	4.12	0.134	5.63	25.9	62.9	144	7.29	115902
		estiagem	7.44	3.91	0.136	4.89	23.2	79.1	157	7.86	106178
	pro_03	chuvoso	7.44	4.41	0.135	6.26	25.8	38.7	153	7.49	159794
		estiagem	7.59	3.47	0.155	6.04	23.2	30.2	132	8.04	130547
	sot_01	chuvoso	7.32	3.23	0.111	10.8	25.6	11.7	135	7.47	7524
		estiagem	7.39	3.18	0.0706	9.93	23.6	9.88	132	7.80	4346
	sot_02	chuvoso	7.35	5.08	0.184	8.69	25.4	16.2	149	7.20	189223
		estiagem	7.34	4.49	0.151	8.24	23.0	21.4	150	7.68	92500
	ven_01	chuvoso	7.44	2.97	0.0964	11.5	25.1	5.84	147	7.12	14112
		estiagem	7.33	3.35	0.0713	11.0	23.7	5.20	150	7.19	12630
	ven_02	chuvoso	7.36	3.36	0.120	9.68	25.5	8.32	158	7.14	62547
		estiagem	7.49	2.96	0.121	8.94	23.5	10.0	160	7.55	41143

Devido à alta complexidade dos dados na disposição de uma análise descritiva, foi adotado o modelo de correlação por matriz para simplificar o comportamento dos parâmetros ao longo do monitoramento.

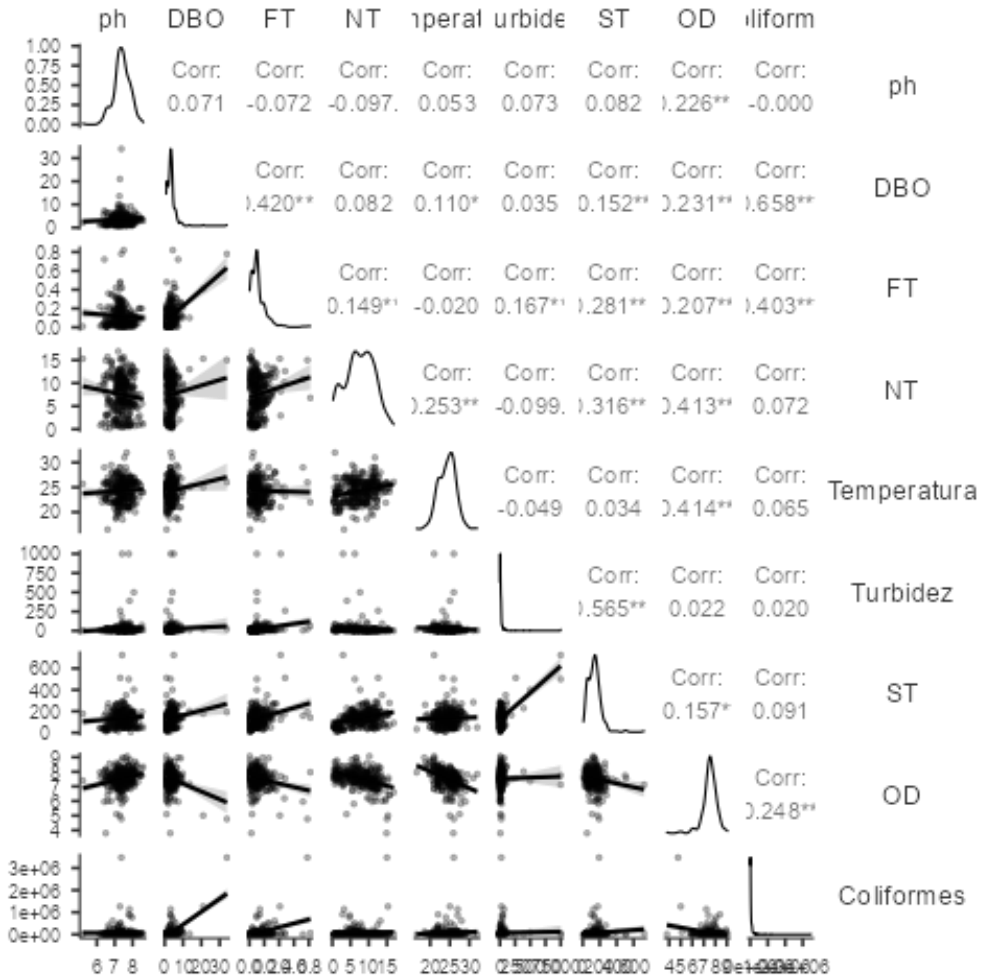

Figura 14-a. Matriz de correlação com densidades para variáveis

		ph	DBO	FT	NT	Temperatura	Turbidez	ST	OD	Coliformes
ph	Pearson's r	—								
	p-value	—								
DBO	Pearson's r	0.071	—							
	p-value	0.199	—							
FT	Pearson's r	−0.072	0.420***	—						
	p-value	0.195	< .001	—						
NT	Pearson's r	−0.097	0.082	0.149**	—					
	p-value	0.078	0.137	0.007	—					
Temperatura	Pearson's r	0.053	0.110*	−0.020	0.253***	—				
	p-value	0.343	0.047	0.722	< .001	—				
Turbidez	Pearson's r	0.073	0.035	0.167**	−0.099	−0.049	—			
	p-value	0.188	0.533	0.002	0.073	0.372	—			
ST	Pearson's r	0.082	0.152**	0.281***	0.316***	0.034	0.565***	—		
	p-value	0.136	0.006	< .001	< .001	0.543	< .001	—		
OD	Pearson's r	0.226***	−0.231***	−0.207***	−0.413***	−0.414***	0.022	−0.157**	—	
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	0.687	0.004	—	
Coliformes	Pearson's r	−0.000	0.658***	0.403***	0.072	0.065	0.020	0.091	−0.248***	—
	p-value	0.995	< .001	< .001	0.194	0.243	0.720	0.102	< .001	—

Nota: *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001

Figura 14-b. Matriz de correlação entre os parâmetros

Nas Figuras 14-a e 14-b, identifica-se que o oxigênio dissolvido é o parâmetro que possui maior número de correlações com intervalo de confiança mais elevado. Ao todo são seis correlações (pH, $DBO_{5,20}$, FT, NT, temperatura e coliformes termotolerantes) com nível de significância de 0,1% e ainda com ST, porém com 1% de significância. Dentre estas correlações, destacam-se $DBO_{5,20}$, FT e NT e coliformes termotolerantes, que tenderam a uma relação inversamente proporcional, provavelmente provocadas pela disponibilidade de matéria orgânica e o consumo de O_2 nas atividades metabólicas microbianas. Além disso, os parâmetros físicos temperatura e sólidos totais também apresentaram significativa tendência a uma relação inversamente proporcional, consoante com a solubilidade.

Outros parâmetros que também possuem correlações significativas são $DBO_{5,20}$, FT e coliformes termotolerantes; turbidez e sólidos totais; temperatura e NT, que apresentaram tendência a uma proporcionalidade direta.

3.5 Monitoramento e análise das amostras pontuais

Na Tabela 8, os resultados do monitoramento contínuo realizado no ponto Sóter 02, indicaram que as variações de temperatura, pH e oxigênio dissolvido estavam em conformidade com a classe 02. As principais variações significativas, obtidos pela sonda multiparâmetro foram a queda da concentração de oxigênio dissolvido e elevação da condutividade elétrica, entre as 11:00 da manhã ao meio-dia (Figura 15).

Tabela 8. Média dos parâmetros monitorados

	°C	pH	µS/cm	OD mg/l
Média	24.6	7.58	165	6.11
Mediana	25.0	7.67	166	6.06
Desvio Padrão	1.09	0.232	3.18	0.235
Variância	1.19	0.0537	10.1	0.0552
Mínimo	22.9	6.85	157	5.72
Máximo	25.9	7.74	178	6.47

Apesar da condutividade elétrica não apresentar valor limite estabelecido pela CECA

n° 36 (Mato Grosso do Sul, 2012), as águas naturais que possuem condutividade acima de 100 µS/cm podem indicar ambientes impactados (Libânio, 2010).

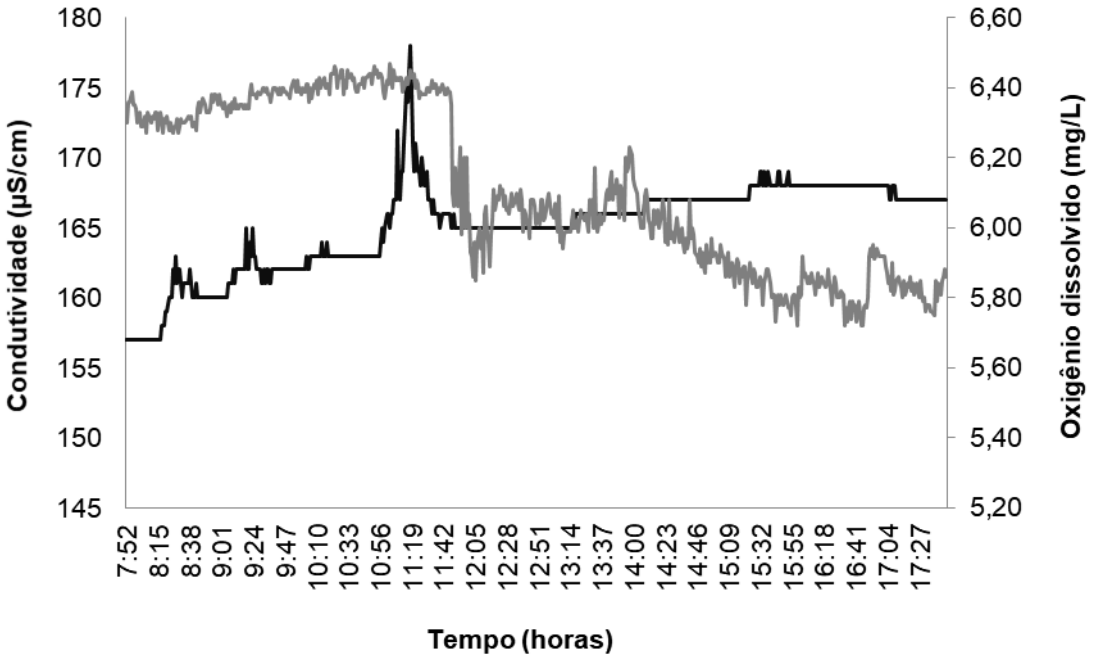

Figura 15. Condutividade e Oxigênio dissolvido

A Tabela 9, exibe os resultados laboratoriais das campanhas efetuadas nos pontos Sóter 01 e 02. É possível observar que os parâmetros pH, turbidez, oxigênio dissolvido e temperatura apresentaram conformidade nos dois pontos em todas as coletas, enquanto que os parâmetros $DBO_{5,20}$, fósforo total, nitrogênio amoniacal, cloretos e surfactantes, excedem ao limite da classe e obtiveram maiores concentrações no ponto Sóter 01. O parâmetro coliformes termotolerantes excedeu em todas as coletas, porém a maior concentração ocorreu na coleta composta no ponto Sóter 02.

Ainda na Tabela 9, a qualidade em ambos os pontos decaiu ao longo do dia, além disso o ponto Sóter 01 atingiu qualidade inferior em todas as coletas. Comparando os valores médios de IQA_{CETESB} para o período de estiagem, os pontos Sóter 01 (IQA_{CETESB} igual a 63) e Sóter 02 (IQA_{CETESB} igual a 54) exibiram comportamento atípico.

Tabela 9. Resultados da Campanha

	Soter 01			Soter 02			
Parâmetros analisados	AM01	AM02	AM03	AM01	AM02	AM03	**Valores limites para classe 02**
pH	7,2	7,31	6,86	7,22	7,33	7	6 a 9
Turbidez (UNT)	3	3	3	2	2	2	100
Temperatura (°C)	25	25	23	23	27	24	Inferior a 44°c
OD (mg/L O_2)	6,39	7,84	6,82	6,7	7,06	8,03	≥ 5,0
$DBO_{5,20}$ (mg/L)	8,2	8,8	>20,70	1,31	5,742	11,22	5 mg/L O_2
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	6,4 x 10^4	9,2 x 10^4	6,8 x 10^4	4,3 x 10^4	2,4 x 10^5	6,8 x 10^4	1000
FT (mg/L P)	0,7	0,9	0,6	0,5	0,5	0,2	0,1
NT (mg/L N)	15,2	22,7	14,4	12,1	19,6	12,2	-
ST (mg/L)	104	125	155	111	144	144	500
Cloreto (mg/L Cl)	10,7	10,2	10,2	8,2	7,9	10,5	250
Nitrogênio Amoniacal (mg/L N- NH_3)	3,58	3,02	4,68	0,15	0,23	0,23	3,7 mg /L, para pH ≤ 7,5 e 2,0 mg /L, para 7,5 < pH ≤ 8,0
Surfactante (mg/L LAS)	0,3	0,49	1	0,14	0,16	0,35	0,5
Condutividade (µS/cm)	159,3	127,7	226,2	136,1	121,8	285,1	< 100**
IQA_{CETESB}	43	40	38	49	42	46	43

* Valor recomendado.

A seguir, as análises dos pontos Sóter 01 e Sóter 02, pautadas nos valores referentes ao período de estiagem.

No ponto Sóter 01, o parâmetro $DBO_{5,20}$ registrou em todas as coletas concentração acima da média ($DBO_{5,20}$ = 3,18 mg/L); o parâmetro fósforo total também obteve concentração acima da média (FT= 0,07 mg/L) e da concentração máxima (FT= 0,26 mg/L). O parâmetro nitrogênio amoniacal manteve-se próximo ao limite da classe, porém excedeu ao normativo estadual na última coleta (AM03).

A análise pontual do Sóter 02, indicou que o parâmetro $DBO_{5,20}$ excedeu ao limite da classe em duas coletas e estas registraram concentrações acima da média ($DBO_{5,20}$ =4,49 mg/L); o parâmetro fósforo total também excedeu ao limite da classe e da média (FT=0,15 mg/L) em todas as coletas.

Na Tabela 16, o comparativo dos parâmetros em função dos horários das coletas. Os parâmetros $DBO_{5,20}$, surfactantes nitrogênio amoniacal, e condutividade registraram

progressão das concentrações e ainda, superiores em toda a campanha no ponto Sóter 01.

A formação da amônia ocorre pela hidrólise da urina em água, desta forma uma concentração maior desta espécie química no ponto Soter 01 pode sugerir maior proximidade da fonte de contaminação. Surfactantes à base de lauril sulfonato linear (LAS) são compostos orgânicos sintéticos usados como princípio ativo em detergentes de uso doméstico. Além disso, a medição de íons cloreto é indicativo de contaminação por esgoto doméstico em águas naturais, quando assume concentração próxima a 15 mg/L (Pivelli, 2005). Desta forma, há indícios de fontes de contaminação na proximidade do Sóter 01, devido à natureza destes parâmetros tipicamente presentes em esgotos domésticos.

Hipóteses como influência de atividades industriais são afastadas, pois trata-se de uma área predominantemente residencial, entretanto, a degradação da qualidade da água próxima à nascente pode indicar a presença de contribuições de drenagem com possibilidade de lançamentos clandestinos não visíveis ao longo do córrego, por estar uma parcela inicialmente canalizada.

Assim, com a avaliação individual dos parâmetros, foi possível avaliar se as variáveis que compõem o índice atenderam ao limite de classe, bem como seu comportamento ao longo de um dia de monitoramento, o que permite a observação coincidente com horários de pico de geração de esgoto doméstico na região.

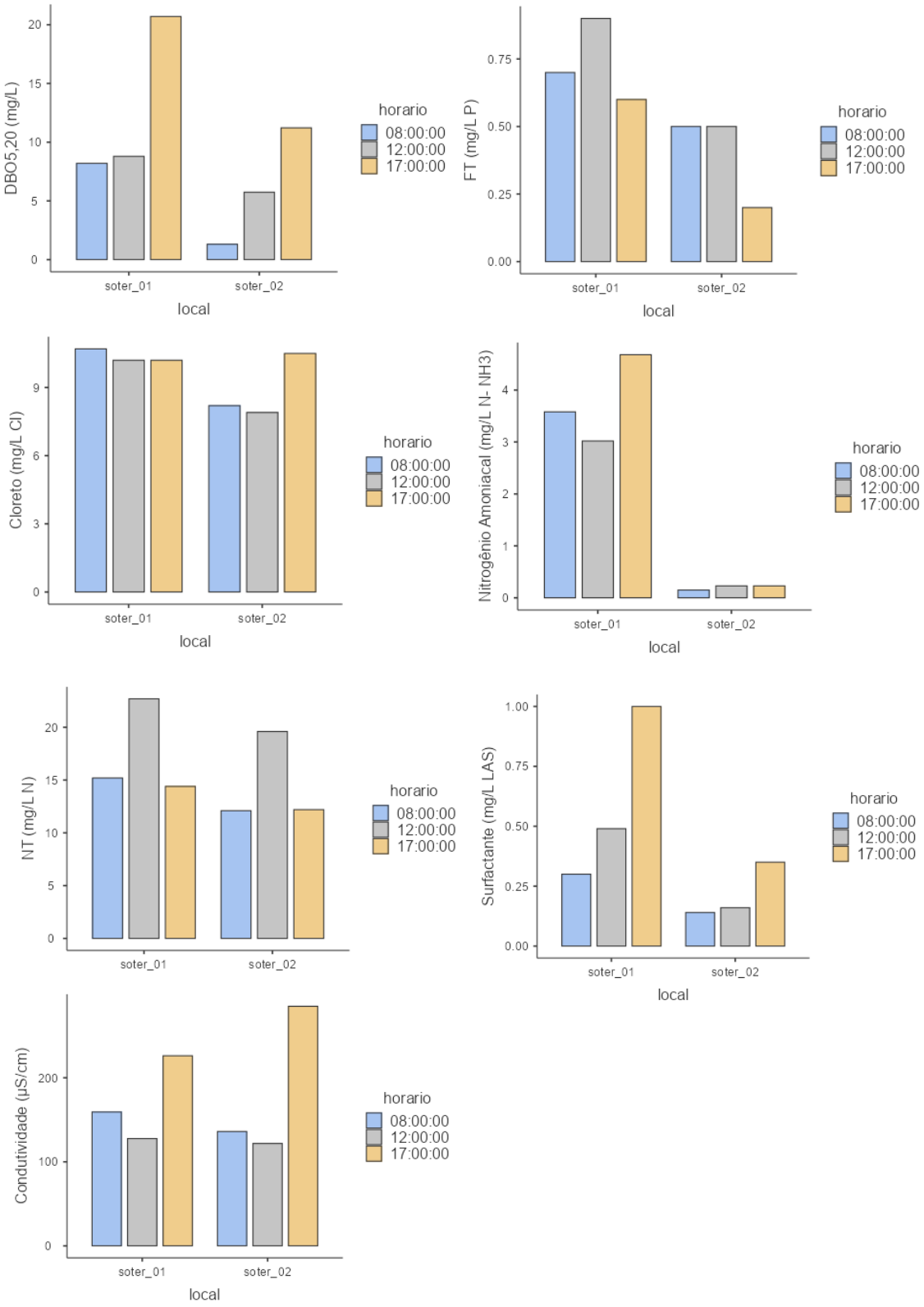

Figura 16. Principais alterações dos parâmetros nas campanhas

4. CONCLUSÃO

A iniciativa do Programa “Córrego limpo, Cidade Viva” é um avanço em termos de monitoramento de recursos hídricos urbanos, adquirindo ao longo dos anos uma base sólida de dados, capazes de gerar importantes informações à sociedade e servindo de exemplo às demais cidades brasileiras.

Apesar do sucesso em termos de monitoramento e conteúdo, através deste trabalho foi possível verificar que há algumas fragilidades em termos de representatividade de possíveis contaminantes e também a possível interação entre os mesmos. Para exemplificar, o parâmetro coliformes termotolerantes é o que mais excedeu ao limite da classe 02 da Deliberação CECA/2012 em termos de frequência e concentração. Este parâmetro está associado principalmente à contaminação por fezes de animais de sangue quente e encontrados frequentemente no solo, por isso sua concentração pode ter sido amplificada pelos efeitos erosivos descritos nos relatórios anuais (em inspeções visuais) nos pontos Sóter 01 e Prosa 01, tornando difícil a identificação das possíveis fontes de contaminação por ação antrópica.

Outra evidência da fragilidade do IQA_{CETESB}, foram as classificações frente aos limites estabelecidos pelo normativo estadual, pois o foco do índice é o abastecimento público, entretanto a Deliberação CECA n° 36/2012 define seus limites com base nos usos múltiplos da água. Isto significa que alguns parâmetros podem estar em desconformidade com a normativa e a campanha ter Boa classificação.

Por isso, o monitoramento contínuo e a ampliação de parâmetros analisados focados nos usos múltiplos da água, podem resultar num índice mais representativo com a normativa estadual, facilitando o monitoramento e a fiscalização. Para isto, torna-se necessária a adoção de novas ferramentas que otimizem as análises sem impactos de tempo e financeiros, como análises instrumentais e sondas portáteis com suporte de georreferenciamento e transmissão de dados em tempo real, além das ferramentas de previsão como a modelagem hidrológica e prevenção como a educação ambiental. Apesar desse expressivo esforço, a garantia da qualidade da água para seus usos múltiplos é notoriamente um grande multiplicador econômico e socioambiental, atraindo amplo interesse público deste recurso.

REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22nd edition. Washington DC: American Public Health Association, 2012.
BRASIL. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a **Política Nacional de Recursos Hídricos**, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 20, de 18 de junho de 1986**. Brasília – DF: Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, 1986

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 357**, de 17 de março de 2005. Brasília – DF: Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2005.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade**: Apêndice D. São Paulo: CETESB, 2021.
INEA. Instituto Estadual do Ambiente, **Resolução Estadual**, INEA Nº 143 DE 14 junho de 2017. Rio de Janeiro – RJ. 2017.

Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul – IMASUL. **DELIBERAÇÃO CECA/MS Nº 36, de 27 de junho de 2012**. Campo Grande – MS: IMASUL, 2012.
LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 03. ed. Campinas, SP: ÁTOMO, 2010. p. 42.
Mato Grosso do Sul. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano – SEMADUR. **Projeto Córrego Limpo. 2018**.

Martins, Carolina & Oliveira, Tiago & Popovič, Aleš. (2014). **Understanding the Internet banking adoption**: A unified theory of acceptance and use of technology and perceived risk application. International Journal of Information Management. 34. 1-13. 10.1016/j.ijinfomgt.2013.06.002.

Mendes, Laís & Fabbrin Pires Oliveira, Etiene & Nunes, Maria & Behling, Hermann. (2016). Mendes, et al. 2015.

Pivelli, R. P.; Kato, M. T. **Qualidade das águas e poluição**: aspectos físico-químicos. ABES:São Paulo. São Paulo- SP, Universidade de São Paulo – USP 2005.

SILVA, André Henrique Carmo Luiz da. Controle da poluição difusa de origem pluvial em uma via de tráfego intenso por meio de trincheira de 62 infiltração e vala de detenção. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Escola de Engenharia da UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais, 169p, MG, 2009.

TUCCI, C. E. M. **Águas Urbanas**. Estudos Avançados, São Paulo, V.22 n.63, 2008.