

IV-1207 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CÓRREGO BOTUJURU E RIBEIRÃO GUARACEMA APÓS INTERLIGAÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO EM MOGI DAS CRUZES/SP

Jenifer Clarisse Pereira da Silva⁽¹⁾

Técnica em Saneamento pelo SEMAE – Mogi das Cruzes/SP, Mestra em Engenharia Civil – Saneamento e Meio Ambiente e Tecnóloga em Saneamento Ambiental pela Universidade Estadual de Campinas.

Juliana Fernandes Machado Calmon de Jesus⁽²⁾

Engenheira Ambiental pelo SEMAE – Mogi das Cruzes/SP, Mestra em Energia pela Universidade de Salvador/BA e Engenheira Ambiental pela Faculdade Área 1 – Salvador/BA.

Endereço⁽¹⁾: Av. Ezelino da Cunha Glória, 699 Bloco A apto 34 – Jardim Maricá – Mogi das Cruzes – São Paulo - CEP: 08775-520 - País - Tel: +55 (19) 4798-6773 – Cel (19) 99445-9159 - e-mail: jenifer@semae.sp.gov.br.

RESUMO

O lançamento de esgotos sem tratamento nos rios acarreta em aumento da carga orgânica, diminuição do oxigênio dissolvido e conseqüentemente em poluição hídrica, com deterioração da qualidade da água o que traz prejuízos ao meio ambiente e a saúde pública (Junior, 2022). A universalização dos sistemas de saneamento é um dos pontos chave da Lei 14.026 de 2020 conhecida como “o novo marco regulatório”. De acordo com essa lei até dezembro 2033, 90% da população deverá ter coleta e tratamento de esgotos (Brasil, 2020). Mogi das Cruzes está localizada na bacia hidrográfica do alto Tietê cabeceiras, e conta com quatro principais afluentes ao rio Tietê sendo eles: rio Claro, Paraitinga, Biritiba-Mirim, Jundiá e Taiáçupeba-Mirim. Deste modo, para atender as metas do novo marco regulatório e melhorar a qualidade das águas dos rios urbanos, bem como a saúde da população, o município de Mogi das Cruzes vem investindo em novas redes de esgotos e ampliação das ETES existentes. À vista disso, na região da Vila Suíça – distrito de Cesar de Souza foram realizadas 1470 novas ligações de esgoto beneficiando os cursos d’água ribeirão Guaracema e córrego Botujuru, os quais lançamento desse esgoto. Realizou-se 5 coletas no córrego Botujuru e seis no ribeirão Guaracema. No momento da primeira coleta realizada, ainda existia lançamentos de esgotos tanto no córrego Botujuru quanto no ribeirão Guaracema. Nas coletas seguintes, as redes de esgoto dessa região já haviam sido implantadas. No córrego Botujuru houve uma redução de DBO foi de 93% da primeira coleta em agosto de 2022 para a última coleta em março 2023 e em OD médio acima de 4,00 mg/L. O ribeirão Guaracema apresentou uma redução de DBO de 95% e um OD médio de 3,9 mg/L. O resultado do monitoramento das águas do ribeirão Guaracema e córrego Botujuru sugere que a implantação de redes coletoras foi efetiva em reduzir a carga orgânica e conseqüentemente a poluição hídrica. Os dados obtidos nas coletas realizadas demonstraram que é possível verificar um início de depuração de ambos cursos d’água analisados. Entretanto, o retorno às condições naturais dos cursos d’água analisados dependem de outros fatores como recuperação de mata ciliar, conscientização da população local sobre a importância da preservação do curso d’água, assim como a elaboração de um plano integrado de manejo de bacia. Essas ações irão promover o uso sustentável do recurso hídrico, além de melhorar o paisagismo, a saúde pública e conseqüentemente a qualidade de vida da população local.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição hídrica, esgoto sanitário, saúde pública, Novo Marco do Saneamento, Autodepuração de rios

INTRODUÇÃO

A aceleração da urbanização promovida pelo aumento populacional, tem gerado maior pressão sobre os recursos hídricos. O crescimento desordenado das cidades, sem o correto planejamento, acarreta em falta de

redes de saneamento e muitas vezes o esgoto é direcionado aos rios urbanos sem nenhum tratamento (Armani e et.al, 2018).

O lançamento de esgotos sem tratamento nos rios acarreta em aumento da carga orgânica, diminuição do oxigênio dissolvido e conseqüentemente em poluição hídrica, com deterioração da qualidade da água o que traz prejuízos ao meio ambiente e a saúde pública (Junior, 2022).

A universalização dos sistemas de saneamento é um dos pontos chave da Lei 14.026 de 2020 conhecida como “o novo marco regulatório”. De acordo com essa lei até dezembro 2033, 90% da população deverá ter coleta e tratamento de esgotos (Brasil, 2020).

Atualmente no Brasil, apenas 50,8% do esgoto gerado é coletado. Em Mogi das Cruzes, no estado de São Paulo, 80% do esgoto é coletado, e desses apenas 59,58% é tratado (SNIS, 2020). A diferença entre o que é coletado e não é tratado, normalmente encontra o caminho dos rios.

Mogi das Cruzes está localizada na bacia hidrográfica do alto Tietê cabeceiras, e conta com quatro principais afluentes ao rio Tietê sendo eles: rio Claro, Paraitinga, Biritiba-Mirim, Jundiá e Taiaçupeba-Mirim.

Assim, para atender as metas do novo marco regulatório e melhorar a qualidade das águas dos rios urbanos, assim como a saúde da população, o município de Mogi das Cruzes vem investindo em novas redes de esgotos e ampliação das ETES existentes. Dessa forma, na região da Vila Suíça – distrito de Cesar de Souza (Figura 1) foram realizadas 1470 novas ligações de esgoto.

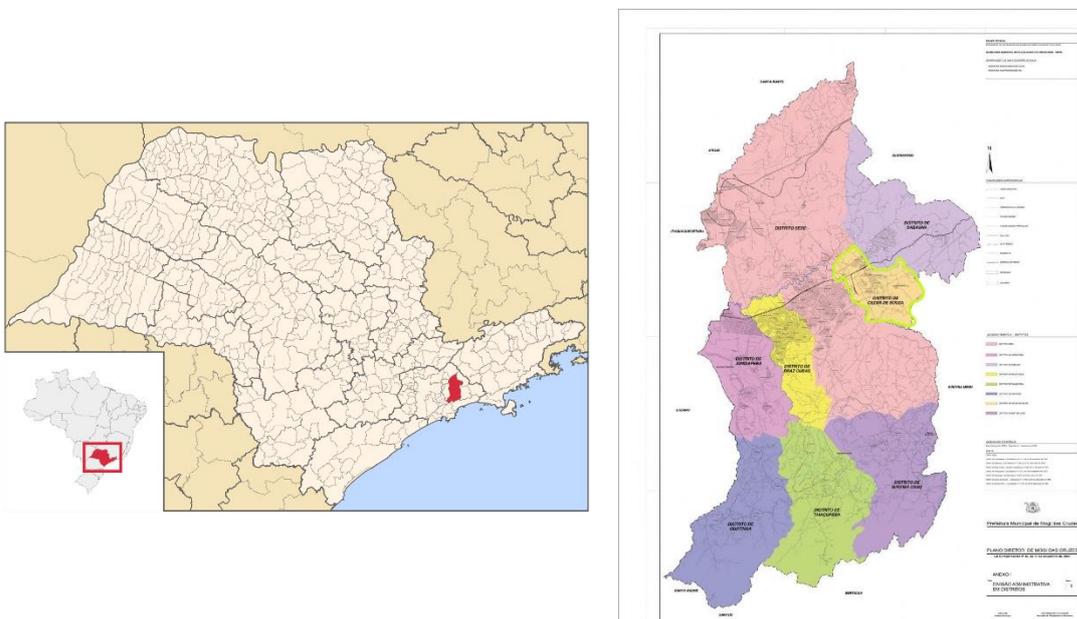


Figura 1. Mapa do estado de São Paulo e ampliação do mapa do município de Mogi das Cruzes. Fonte: wikipedia e liveworks sheets

Antes das ligações, esse esgoto era encaminhado ao córrego Botujuru e ribeirão Guaracema. Dessa forma, para avaliar a efetividade das novas redes de esgoto em melhorar a qualidade dos rios urbanos, foi realizado um monitoramento desses cursos d’água antes e após a implantação das ligações.

Na figura 2 está indicado os pontos de coleta do ribeirão Guaracema e córrego Botujuru.

As coletas no córrego Botujuru foram realizadas nos dias 26 de agosto, 20 de outubro, 17 de novembro, 20 de dezembro de 2022, 16 de janeiro, 13 de fevereiro e 13 de março de 2023. Os parâmetros analisados foram DBO, DQO, pH, alcalinidade, sólidos suspensos totais e sólidos suspensos voláteis. Nas coletas dos dias 17 de novembro, 20 de dezembro de 2022, 16 de janeiro, 13 de fevereiro e 13 de março de 2023 foram avaliados também os parâmetros oxigênio dissolvido, coliformes totais e *E. coli*.

As coletas no córrego Botujuru foram realizadas na Estrada Imperial, na ponte próximo ao condomínio MRV conforme marcação do ponto na figura 3.



Figura 3. Vista aérea do ponto de coleta do córrego Butujuru. Fonte: Google Earth (2020) – modificado pelas autoras

O córrego Botujuru também foi monitorado no ponto de coleta da figura 4 (localizado na avenida Pedro Romero) por laboratório externo contratado pela equipe de Meio Ambiente do SEMAE no período de 2013 a 2022 com coletas mensais. O ponto da figura 3 e da figura 4 ficam equidistantes 3 quilômetros em linha reta.



Figura 4. Ponto de coleta monitoramento equipe de Meio ambiente do SEMAE

Embora sejam pontos distantes eles pertencem ao mesmo curso d'água. Assim, a ideia é comparar os dados de monitoramento desse curso d'água com os dados atuais do ponto de interligação da rede de esgoto.

As coletas no ribeirão Guaracema foram feitas nos dias 29 de julho, 24 de agosto, 25 de outubro, 23 de novembro, 20 de dezembro de 2022, 16 de janeiro, 13 de fevereiro e 13 de março de 2023. Os parâmetros analisados foram DQO, DBO, pH e Alcalinidade nas duas primeiras coletas. Nas demais coletas foram adicionados os parâmetros Oxigênio dissolvido, sólidos suspensos, coliformes e *E.coli*. As coletas no ribeirão Guaracema foram realizadas no ponto da avenida Brasília de Magalhães na ponte de pedestre próximo à rua Amadeu Amaral conforme visualiza-se na figura 5.



Figura 5. Vista aérea do ponto de coleta do ribeirão Guaracema. Fonte: Google Earth (2020) modificado pelos autores

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados foram gerados por meio de análises físico-químicas realizadas no laboratório químico da Estação de Tratamento de Esgoto pertencente ao Serviço Municipal de Água e Esgoto de Mogi das Cruzes/SP.

Córrego Botujuru

Na tabela 1 visualiza-se os dados gerados nas coletas do córrego Botujuru nos pontos das figuras 3 (monitoramento interno) e 4 (monitoramento externo – 2013 a 2022).

Tabela 1: Valores médios de análises do córrego Botujuru, P1 (monitoramento atual) e P2 (monitoramento histórico)

CÓRREGO BOTUJURU	DQO	DBO	SST	SSV	OD	PH	E.COLI	COLIFORME TOTAIS
	mg.L-1	mg.L-1	mg.L-1	mg.L-1	mg.L-1	Unid.pH	NMP/100 mL	NMP/100 mL
(P1)	49,7 ± 26,5	17,5 ± 15,5	52,6 ± 48,2	38,4 ± 36,7	5,00 ± 1,3	7,1 ± 0,1	4,22 x 10 ⁴ ± 5,11 x 10 ⁴	1,72 x 10 ⁵ ± 6,32 x 10 ⁴
(P2)	29,7 ± 20,3	9,5 ± 8,6	23,8 ± 7,9	55,1 ± 25,1	4,4 ± 0,97	7,0 ± 0,2	-	3,62 x 10 ⁶ ± 7,02 x 10 ⁶

P1: Av. Brasília de Magalhães (pós ligações da rede de esgoto); P2: Av. Pedro Romero (monitoramento 2013 a 2022)

Comparando-se os valores médios de DQO e DBO, verifica-se que o ponto P2 apresentou carga orgânica menor comparado aos valores do P1, e o oxigênio dissolvido não houve diferença significativa. A

concentração de organismos patogênicos medidos pelos parâmetros coliformes e *E. coli*, teve redução de um log do monitoramento P2 para o monitoramento P1 (ponto da figura 6).



Figura 6. Córrego Botujuru, ponto de coleta monitoramento pós interligações da rede coletora de esgoto

Quando comparamos os parâmetros das coletas do P1 (monitoramento pós rede coletora), verificamos que os valores de carga orgânica (DBO e DQO) foram reduzindo gradativamente conforme verifica-se na tabela 2.

Tabela 2. Resultado das coletas do monitoramento P1

Córrego Botujuru	DQO	DBO	SST	SSV	OD	pH	<i>E.coli</i>	Coliforme Totais
	mg.L ⁻¹	Unid.pH	NMP/100 mL	NMP/100 mL				
26/08/2022	114	72	-	-	-	7,33	-	-
20/10/2022	54	4	143	143	-	7,16	-	-
17/11/2022	30	8,7	12	4	4,39	7,12	7,8 x 10 ³	2,0 x 10 ⁴
20/12/2022	74	17,4	107	44	6,33	7,11	1,7 x 10 ⁵	3,3 x 10 ⁵
16/01/2023	41	10,4	7,9	2,9	2,46	7,11	1,1 x 10 ⁴	1,7 x 10 ⁵
13/02/2023	21	5,6	33,1	25,4	6,07	6,88	2,30 x 10 ³	1,7 x 10 ⁵
13/03/2023	14	4,68	12,5	11,5	5,89	7,10	2,00 x 10 ⁴	1,7 x 10 ⁵

Os valores de OD, DBO e DQO da tabela 2 são apresentados nos gráficos de barras da figura 7 pois visualiza-se melhor a progressão dos valores em cada coleta do P1.

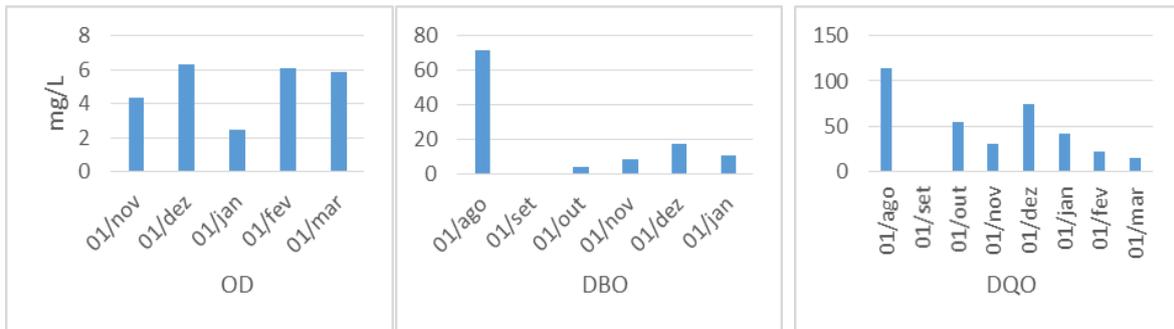


Figura 7. Gráfico de barras OD, DBO e DQO do córrego Botujuru (valores em mg/L)

Assim, os gráficos de barra demonstram que houve o aumento do oxigênio dissolvido entre a coleta de novembro e dezembro e uma redução na coleta de janeiro, com recuperação nos meses de fevereiro e março. No que se refere a carga orgânica medida pela DBO houve uma redução de 93% da primeira coleta em agosto de 2022 para a última coleta em março 2023.

O gráfico da figura 8 apresenta a comparação entre a DBO e o OD do córrego Botujuru.

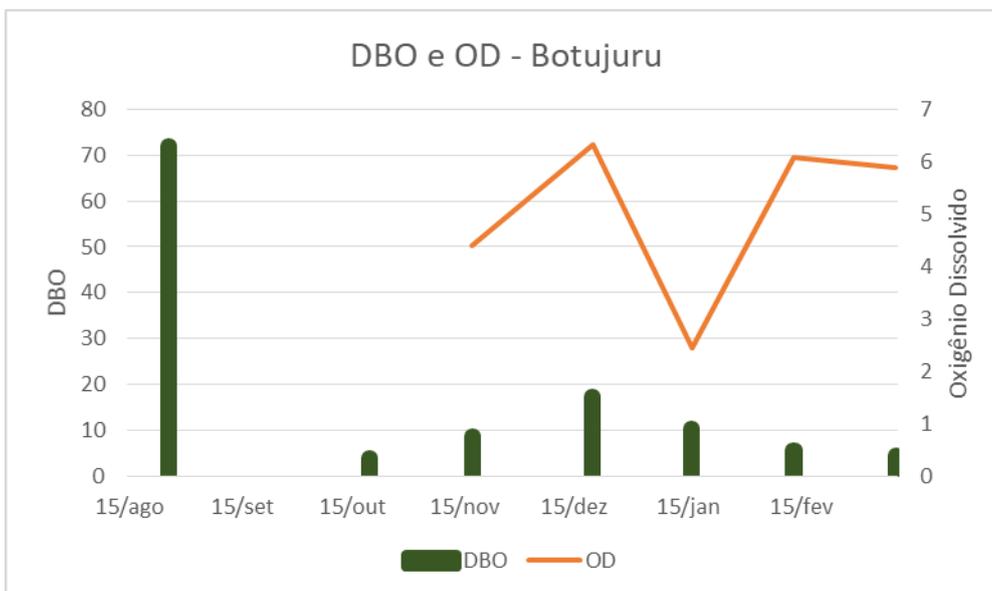


Figura 8. Gráfico de Demanda Bioquímica de Oxigênio e Oxigênio Dissolvido no córrego Botujuru (valores em mg/L)

Sabendo que a autodepuração é a capacidade de um curso d'água restabelecer as condições iniciais antes do impacto causado pela introdução de algum composto capaz de alterar as características naturais do mesmo e que o grau de poluição e autodepuração de cursos d'água tem sido avaliados pelo oxigênio dissolvido (von Sperling, 2005), o OD medido indica uma tendência de retorno às características iniciais desse curso d'água.

Com relação a contaminação patogênica medida pelas análises de coliformes e *E.coli*, não houve redução entre a primeira coleta ocorrida em agosto/22 para a última coleta feita em março/23 comparados à redução de matéria orgânica. Segundo von Sperling (2005) a taxa de mortalidade bacteriana é geralmente estimada pela lei de Chick que considera que a taxa de remoção é diretamente proporcional à concentração de bactérias (Equação 1).

$$dN/dt = -Kb.N$$

Equação 1

Onde:

N = número de coliformes (organismos/ 100 ml ou Número mais provável)

K_b = coeficiente de decaimento bacteriano

T = tempo

Tendo em vista que rios são considerados cursos d'água com regime hidráulico de fluxo em pistão, o cálculo para contagem do número de bactéria é feito conforme a equação 2.

$$N = N_0 \cdot e^{-K_b \cdot t}$$

Equação 2

Onde:

N₀ = contagem de coliformes no afluente (org/100 ml)

N = contagem de coliformes após um tempo t (org/100ml)

K_b = coeficiente de decaimento bacteriano (d⁻¹)

T = tempo (d)

Dessa forma, o decaimento bacteriano deverá ser observado num período maior de tempo.

Ribeirão Guaracema

O ribeirão Guaracema não foi previamente monitorado pela equipe de Meio Ambiente do SEMAE Mogi das Cruzes, tendo somente dados do presente estudo para análise. Na tabela 3 visualiza-se os resultados dos parâmetros analisados nas coletas realizadas de julho/2022 a março/2023.

Tabela 3. Resultados dos parâmetros analisados nas coletas do ribeirão Guaracema

	DQO	DBO	SST	SSV	OD	pH	<i>E.coli</i>	COLIFORMES TOTAIS
	mg.L-1	mg.L-1	mg.L-1	mg.L-1	mg.L-1	UpH	NMP/100 mL	NMP/100 mL
29/07/2022	249	76	-	-	-	6,91	-	-
24/08/2022	60	33,9	5	-	-	7,16	-	-
25/10/2022	41	14,9	35	27	1,86	6,86	-	-
23/11/2022	55	5,7	7,3	6,6	2,34	6,89	-	-
20/12/2022	46	12,1	48	21	6,53	6,76	2,30 x 10 ⁵	7,90 x 10 ⁵
16/01/2023	14	5,6	19	17	3,68	6,90	6,80 x 10 ⁴	4,90 x 10 ⁵
13/02/2023	10	3,9	8,33	7,22	5,11	6,64	1,10 x 10 ⁵	4,90 x 10 ⁵
13/03/2023	10	<3	19	19	4,22	6,74	2,30 x 10 ⁴	4,50 x 10 ⁴

Importante destacar que a primeira coleta feita no ribeirão Guaracema ocorreu no dia 29/07/2022, dia em que choveu 50 L/m² (valor aferido pelo pluviômetro instalado na ETE do município, distante 2 km do ponto de coleta). Dessa forma, o valor mais alto de DQO e DBO pode ser explicado pelo carreamento de resíduos pelas águas da chuva, principalmente sabendo que o ponto do ribeirão onde foram feitas as coletas não possui mata ciliar e há casas bem próximas à sua margem (Figura 9).



Figura 9. Foto do ribeirão Guaracema, ponto de coleta

Na figura 10 visualiza-se o Oxigênio Dissolvido, DBO e DQO das coletas realizadas, verificando a mesma tendência de maior concentração de oxigênio dissolvido e redução da carga orgânica medida pela DBO e DQO.

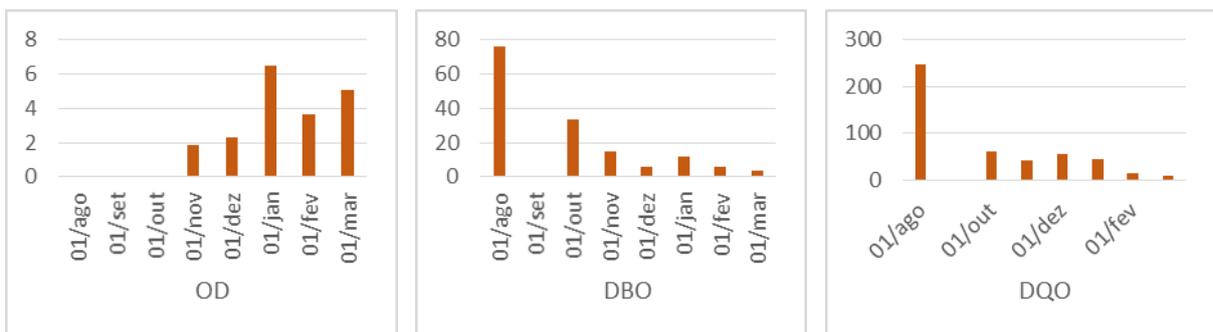


Figura 10. Gráfico de barras OD, DBO e DQO do ribeirão Guaracema (valores em mg/L)

A figura 11 visualiza-se a comparação da demanda bioquímica de oxigênio – DBO e o Oxigênio dissolvido do ribeirão Guaracema.

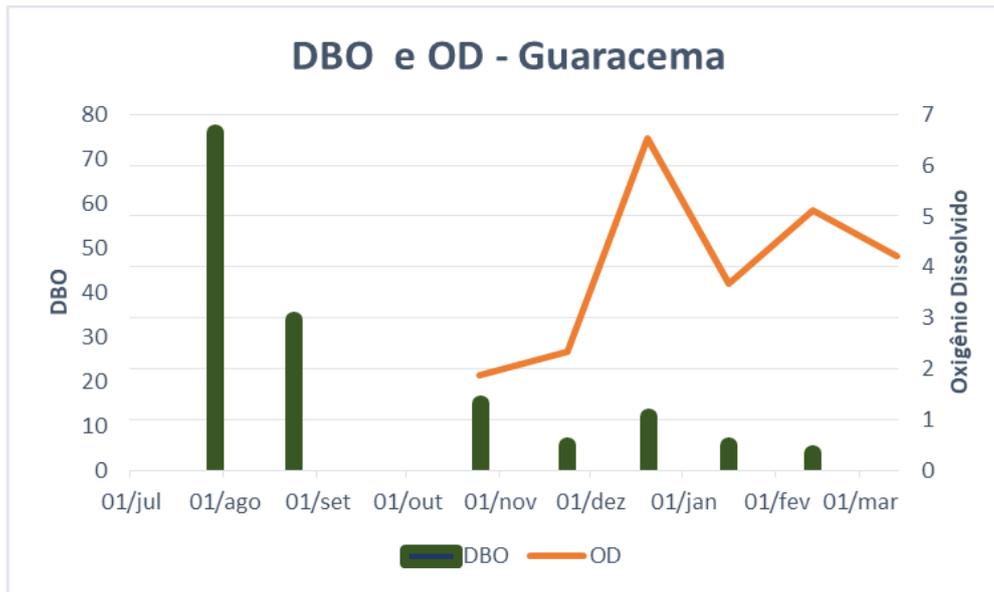


Figura 11. Gráfico de Demanda Bioquímica de Oxigênio e Oxigênio Dissolvido no Ribeirão Guaracema (valores em mg/L)

Verifica-se pelo gráfico da figura 11 que a medida que a DBO foi diminuindo ao longo das coletas, o oxigênio dissolvido foi aumentando. Isso demonstra uma interligação entre a redução da matéria orgânica presente e a disponibilização de oxigênio dissolvido no meio. A depleção de oxigênio dissolvido num corpo d'água ocorre justamente pelo aporte de matéria orgânica no meio (principalmente despejo de esgoto bruto) onde a biota local consome esse oxigênio para degradação da matéria orgânica.

A redução da DBO e aumento do OD é um impacto positivo da retirada de despejo de esgoto bruto no corpo hídrico de resposta rápida.

Analisando a contaminação patogênica, o parâmetro *E.coli* os resultados mostram uma redução de 1 log (Tabela 3) na última coleta em comparação com as demais. Conforme supracitado, a redução da contaminação bacteriana está ligada à fatores como vazão do curso d'água, regime de escoamento (fluxo em pistão para rios) e o tempo exposição.

Os demais parâmetros analisados pH, SST, SSV, não apresentaram grande variação de resultado. O pH ficou sempre em torno da neutralidade

CONCLUSÕES

O resultado do monitoramento das águas dos rios Guaracema e Botujuru sugere que a implantação de redes coletoras foi efetiva em reduzir a carga orgânica e conseqüentemente a poluição hídrica. Os dados obtidos nas coletas realizadas demonstraram que é possível verificar um início de depuração de ambos cursos d'água analisados.

Entretanto, o retorno às condições naturais dos cursos d'água dependem de outros fatores como recuperação de mata ciliar, conscientização da população local sobre a importância da preservação do curso d'água, assim como a elaboração de um plano integrado de manejo de bacia. Essas ações irão promover o uso sustentável do recurso hídrico, além de melhorar o paisagismo, a saúde pública e conseqüentemente a qualidade de vida da população local.

É necessária, entretanto a continuidade do monitoramento com o objetivo de verificar a interferência do período de chuvas e as oscilações de temperatura na qualidade da água, assim como avaliar se houve a erradicação de despejos irregulares de esgotos nos rios estudados.



Seria interessante também a realização do enquadramento dos rios, principalmente agora, após a remoção dos despejos, tendo em vista o uso adequado, sem riscos a população, assim como evitar lançamentos indesejáveis que possam prejudicar a regeneração dos cursos d'água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARMANI, Fernando Augusto S. et al. Qualidade das águas dos rios urbanos das cidades de Matinhos-PR e Pontal do Paraná-PR. **Revista Técnico-Científica**, 2018.
2. BRASIL, Lei número 14.026 de 15 de julho de 2020, atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei número 9.984 de 17 de julho de 2000. Brasília, DF: Presidente Jair Messias Bolsonaro, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm
3. SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, relatório 2020.
4. JUNIOR, Antonio Carlos Miranda; BORGES, Richard Carlos; DE GODOY LEME, Mariane Alves. Avaliação dos parâmetros do lançamento de efluentes na qualidade da água do rio Mogi Guaçu compreendido no perímetro urbano do município de Mogi Guaçu-SP. **FOCO: caderno de estudos e pesquisas**, n. 18, p. 22-47, 2022.
5. VON SPERLING, M.; Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, volume 1 3ª edição série: Princípios do tratamento biológico de água residuárias, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, Universidade de Minas Gerais, 2005.
6. CETESB e ANA, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e Agência Nacional das Águas - Guia nacional de coleta e preservação de amostras – água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos, Brasília, 2011
7. Standard methods for examination of water and wastewater, 21 st Edition, Centennial Edition., 2005.