

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DO RIBEIRÃO SOBRADINHO (DF) A PARTIR DO ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO E APLICAÇÃO DO MODELO QUAL-UFMG

*Hiarque de Oliveira Souza*¹; *Ricardo Tezini Minoti*²; *Gabriela Lima Moraes*³

Abstract: The need to meet the multiple uses of water highlights the importance of meeting the classification for more sustainable water management. Therefore, this work evaluates the contribution promoted by the classification for the sustainability of multiple uses of water in Sobradinho river (DF). For this purpose, the index of CCME Water Quality Index (CCME WQI) was used to assess the evolution of the water quality of these rivers in relation to that predicted in their respective classes, thus evaluating the scenario from the classification, in December 2014, until the current moment. The QUAL-UFMG served to make predictions of possible scenarios for the Sobradinho river and what are the impacts on the self-purification capacity of this river. The CCME WQI demonstrated the impact of the launch of the sewage treatment station (STS) Sobradinho on the water quality in the Sobradinho river and the effects of diffuse pollution in the basin. Based on the results obtained with the application of the QUAL-UFMG model, it was possible to observe that, for significant increases in the population served, even with the fulfillment of the proposed improvement in the PDSB for STS Sobradinho, it would not be able to treat the affluent to the point of make launches compatible with class 3, which configures the non-sustainability of multiple water uses.

Resumo: A necessidade do atendimento aos usos múltiplos da água salienta a importância do cumprimento do enquadramento para uma gestão mais sustentável da água. Assim, este trabalho avaliou a contribuição promovida pelo enquadramento para a sustentabilidade dos usos múltiplos da água do ribeirão Sobradinho (DF). Para tanto, o índice de conformidade ao enquadramento (ICE) foi utilizado para avaliar a evolução da qualidade da água deste rio em relação ao previsto em sua classe 3, avaliando, assim, o cenário desde o enquadramento, de janeiro de 2015 à dezembro de 2020. O QUAL-UFMG serviu para prever possíveis cenários para o ribeirão Sobradinho e quais os impactos na capacidade de autodepuração deste rio. O ICE demonstrou o impacto do lançamento da ETE Sobradinho na qualidade da água no ribeirão Sobradinho e os efeitos da poluição difusa na bacia. Com base nos resultados obtidos com a aplicação do modelo QUAL-UFMG, foi possível observar que, para aumentos expressivos na população atendida, mesmo com o cumprimento da melhoria proposta no PDSB para a ETE Sobradinho, ela não seria capaz de tratar o afluente ao ponto de se fazer lançamentos compatíveis com a classe 3, o que configura a não sustentabilidade dos usos múltiplos da água.

Palavras-Chave – Ribeirão Sobradinho; Índice de Conformidade ao Enquadramento; QUAL-UFMG.

INTRODUÇÃO

A principal norma jurídica que rege os recursos hídricos no Brasil é a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), lei nº 9.433 de 1997. Apresenta em seu art. 5º, uma série de

¹ Engenheiro ambiental (2021) pela Universidade de Brasília. Mestrando em Análise de Sistemas Hídricos pela Universidade de Brasília. Endereço: Rua 12 Chácara 152, Vicente Pires (DF), CEP 72007555. Telefone: 61 998702800. E-mail: hiark.oliveira@gmail.com

² Doutor (2006) em Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo. Professor Adjunto da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Endereço: Depto. Engenharia Civil e Ambiental, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70919-900; Brasília/DF; rtminoti@unb.br

³ Doutora (2014) em Direito pela Universidade de Aix-Marseille (França), em cotutela com o Centro Universitário de Brasília (Bolsa Capes). Professora Adjunta da Faculdade de Direito da Universidade de Brasília (desde 2015), na área de Direito Ambiental. Endereço: Faculdade de Direito, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, CEP 70910-900. Telefone: 61 998325927. E-mail: gabrielalima@unb.br

instrumentos, entre eles, o Enquadramento dos corpos hídricos, uma ferramenta de gestão que, em resumo, visa compatibilizar a qualidade dos corpos de água com os usos pertinentes e diminuir os custos referentes ao combate à poluição (art. 9º da Lei nº 9.433 de 1997). Nesse sentido, é um instrumento que auxilia na aferição da qualidade da água para a destinação do uso de um corpo hídrico, auxiliando a administração pública competente nas tomadas de decisão sobre a sua utilização. É também um instrumento que se conecta com a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), uma vez que representa a estipulação de padrões de qualidade da água a partir de classes conforme o seu uso. O parâmetro legal para o enquadramento é a Resolução CONAMA nº 357/2005. Para as águas doces, por exemplo, tem-se a distinção entre classe especial e classes 1, 2, 3 e 4, em que cada classe reflete as características de qualidade da água correspondentes aos seus respectivos usos (nos termos do art. 3º da Resolução CONAMA nº 357/2005).

Embora todas as bacias hidrográficas brasileiras estejam enquadradas, seja por um ato normativo específico ou automaticamente enquadradas em classe 2 (art. 42. Resolução CONAMA nº 357/2005), este instrumento ainda é pouco conhecido pela população. Ademais, sua efetiva aplicação também enfrenta lacunas como as variáveis que devem ser utilizadas nas análises ou relacionadas à poluição difusa (MACHADO et al., 2019). Existe uma complexidade na sua utilização como instrumento de gestão hídrica e instrumento de proteção ambiental, pois o enquadramento também pode condicionar o uso do corpo a um tipo de atividade de tal grau de poluição que tornará, no mínimo, desafiador, melhorar a qualidade da água para uma eventual alteração de classe que represente um corpo hídrico com menor poluição, por exemplo.

Enquadrado como classe 03 pela resolução a Resolução do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal (CRH-DF) nº 02 de 2014, o ribeirão Sobradinho sofre com o impacto de uma densa população, de pequenas indústrias, ocupação de encostas e destruição da mata ciliar (BARBOSA, 2010). A classificação dada ao ribeirão Sobradinho, classe 3, não representa a qualidade da água necessária aos usos realizados pela população que ainda utiliza este corpo hídrico para a recreação de contato primário e irrigação de hortaliças, usos comportados, apenas, por corpos d'água que apresentem condições de qualidade compatíveis com classe 2 (III, art. 4º, CONAMA nº 357 de 2005).

A utilização de ferramentas de avaliação do enquadramento é uma forma de encontrar as lacunas existentes para que os esforços sejam aplicados justamente nos pontos frágeis deste instrumento, poupando, assim, esforços desnecessários e ampliando as chances de sucesso deste processo. Uma das ferramentas para essa avaliação é o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE). Esse índice foi desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment*, em 1997, com o intuito de avaliar qualidade da água, onde é medida a diferença entre o estado atual da água e a meta de qualidade estabelecida pela classificação do enquadramento (CCME, 2001).

Como forma de aprofundar a análise sobre a expectativa de qualidade para o ribeirão Sobradinho/DF, foi utilizado o modelo QUAL-UFMG como ferramenta de simulação de possíveis cenários futuros para a qualidade da água, estimando a capacidade de autodepuração e de diluição de efluentes desse corpo hídrico. O presente estudo teve o propósito de contribuir com o aprimoramento da utilização do instrumento de enquadramento dos corpos hídricos em classes e com elementos para o contínuo aprimoramento da gestão de recursos hídricos no Distrito Federal.

METODOLOGIA

Descrição da área

O ribeirão Sobradinho localiza-se na porção centro-norte do Distrito Federal e nasce de diversos olhos d'água nas partes altas da Região Administrativa de Sobradinho, percorrendo grande parte desta região até se encontrar com o rio São Bartolomeu (GDF, 2012).

Para a realização do estudo foram utilizados 3 pontos monitorados pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb): o ponto 010 encontra-se próximo à nascente do ribeirão Sobradinho, abaixo da quadra 11 da Região Administrativa (RA) de Sobradinho. Já o ponto 030 situa-se a aproximadamente 1 km de distância a jusante do lançamento do efluente da Estação de Tratamento de Efluentes de Sobradinho (ETE Sobradinho). O último ponto, o 050, situa-se no exutório do ribeirão Sobradinho. O mapa com a representação dos pontos é mostrado na Figura 01.

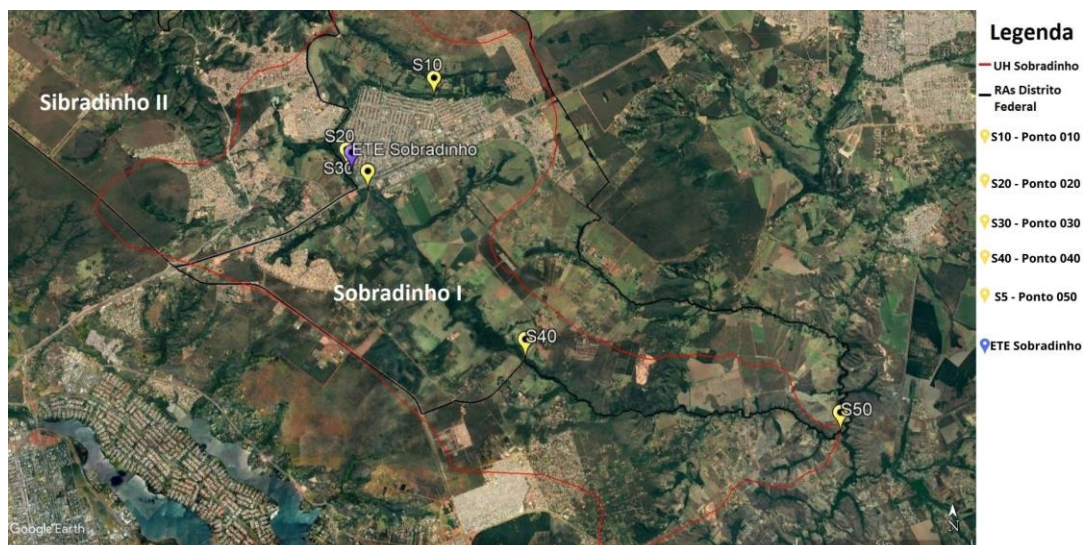


Figura 01 - Mapa do ribeirão Sobradinho com a representação dos pontos monitorados pela CAESB e da ETE Sobradinho.

Aplicação do Índice de Conformidade ao Enquadramento

Os parâmetros adotados na análise do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) devem conter limites expressos em alguma norma vigente, de modo a possibilitar a comparação entre as condições observadas e esperadas. No âmbito deste trabalho, os limites utilizados para a aplicação deste índice são estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, que instituiu a classificação dos corpos de água em classes de qualidade e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Os parâmetros utilizados foram: Coliformes Totais, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo Total, pH, Cloreto, Ferro Dissolvido, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal e Turbidez.

O cálculo do ICE é realizado em três etapas: abrangência, frequência e amplitude. A abrangência (Fator 1 – Fórmula 1) corresponde ao número de métricas que estão em desacordo com o estabelecido pela norma vigente (CONAMA 357/2005).

$$F1 = \left(\frac{\text{Número de parâmetros em desacordo}}{\text{Número total de variáveis}} \right) * 100 \quad (1)$$

A frequência (Fator 2 – Fórmula 2) representa a quantidade de vezes em que os parâmetros analisados encontram-se em desacordo com a norma vigente.

$$F2 = \left(\frac{\text{Número de análises em desconformidade}}{\text{Número total de análises}} \right) * 100 \quad (2)$$

A amplitude (Fator 3) é obtido pela diferença entre o valor estabelecido pela norma e o valor obtido para os parâmetros em desacordo. A soma normalizada das variações é obtida de duas formas (Fórmulas 3 a 6):

- a) Quando a condição de desrespeito a norma está em ultrapassar o limite:

$$\text{Variação} = \left(\frac{\text{Valor obtido}}{\text{Limite}} \right) - 1 \quad (3)$$

b) Quando a condição de desrespeito a norma está em não alcançar o limite:

$$\text{Variação} = \left(\frac{\text{Limite}}{\text{Valor obtido}} \right) - 1 \quad (4)$$

Em seguida é calculado a soma normalizada das variações (snv) pela fórmula:

$$\text{SNV} = \frac{\Sigma \text{ variações}}{\text{Número total de testes}} \quad (5)$$

Calculado a snv, obtém-se a amplitude pela fórmula:

$$F3 = \frac{\text{SNV}}{0,01 * \text{SNV} + 0,01} \quad (6)$$

Após o cálculo das três etapas anteriormente exemplificadas, o ICE é obtido conforme a expressão (Fórmula 7):

$$\text{ICE} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1 + F2 + F3}}{1,732} \right) \quad (7)$$

O denominador 1,732 normaliza os valores e garante um intervalo entre 0 e 100 para água de pior e melhor qualidade, respectivamente. A classificação da qualidade do ambiente aquático é definida pelos níveis mostrados na tabela 1.

Tabela 1: Classificação do Índice de Conformidade ao Enquadramento. Fonte (CCME, 2001).

Categoria	Faixas	Classificação da Qualidade da Água
Excelente	(95 - 100)	Água virtualmente protegida e com níveis próximos aos naturais
Bom	(80 - 94)	Água protegida, mas com leve grau de impacto
Mediano	(65 - 79)	Água ocasionalmente protegida e, por vezes, com certo impacto
Marginal	(45 - 64)	Qualidade da água frequentemente ameaçada
Ruim	(0 - 44)	Qualidade da água quase sempre ameaçada

Aplicação do Modelo QUAL-UFGM

O trecho do ribeirão sobradinho que foi simulado conta com uma extensão de 24,3 km, e uma discretização de 100 metros para cada segmento do trabalho. Foram utilizados os dados de qualidade da água do ponto 010 do ribeirão Sobradinho (ponto mais à cabeceira da bacia), fornecidos pela CAESB, entre o período de 2015 e 2020. As concentrações utilizadas correspondem à média do período de estiagem no Distrito Federal, entre julho e setembro. Os parâmetros utilizados, bem como suas respectivas concentrações são mostrados na tabela 02.

Tabela 2: Dados de entrada para a qualidade da água do ribeirão Sobradinho.

OD	DBO (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Coliformes (Células/100 mL)	Temperatura (°C)	Fósforo Total (mg/L)
7,04	1,4	0,193	0,157	2,692	11452	20,36	0,023

A vazão de entrada do ribeirão Sobradinho utilizada na modelagem foi a média das mínimas (Q_{mmm}), 0,26 m³/s, que corresponde à vazão de estiagem referente aos meses de julho a setembro (ADASA, 2017c). Os valores dos coeficientes K1 (coeficiente de desoxigenação), Kd (coeficiente de decomposição da DBO) e K2 (coeficiente de reaeração), utilizados para a calibração do modelo são mostrados na tabela 3.

Tabela 3: Valores dos coeficientes aplicados para a melhor calibração do modelo.

COEFICIENTE	VALOR
K1	0,1
Kd	0,95
K2	1,27

As fontes de lançamento de cargas que fizeram parte da modelagem foram a ETE Sobradinho, por meio do lançamento do efluente tratado, e o lançamento pontual de esgoto bruto que representa os impactos da poluição difusa ao longo da bacia. A tabela 4 mostra uma simplificação dos cenários que foram simulados para o ribeirão Sobradinho, tendo como base as projeções do Plano Distrital de Saneamento Básico (PDSB, 2017) e os possíveis acréscimos populacionais para a região.

Tabela 4: Descrição resumida dos cenários simulados.

Cenários	Descrição
Cenário 1	População atual de 150 mil mais um acréscimo de 100 mil pessoas* com a mesma eficiência atual
Cenário 2	População atual de 150 mil mais um acréscimo de 200 mil pessoas* com a mesma eficiência atual
Cenário 3	População atual de 150 mil mais um acréscimo de 200 mil pessoas* com a eficiência projetada no PDSB para 2037
Cenário 4	População atual de 150 mil com a eficiência projetada no PDSB para 2037

*Perspectiva do aumento populacional na Bacia Hidrográfica para os próximos 20 anos frente aos processos de licenciamento ambiental em andamento no Distrito Federal.

RESULTADOS

Aplicação do Índice de Conformidade ao Enquadramento

Como o ponto 010 encontra-se próximo à nascente do Ribeirão Sobradinho, era de se esperar bons resultados para o ICE. Entretanto, os resultados obtidos demonstram uma água com qualidade frequentemente ameaçada. Ao longo dos 6 anos analisados, quatro variáveis demonstraram valores acima do permitido para a classe 3 de enquadramento, sendo eles o pH, a turbidez, o fósforo total e os coliformes totais. Com exceção do ano de 2020, classificado como mediano (água ocasionalmente protegida), todos os outros anos, e também para toda a série histórica de dados analisados, observou-se resultado equivalente à classificação marginal, onde a qualidade da água está frequentemente ameaçada. O que demonstra que nas proximidades da nascente, antes do lançamento da ETE, o corpo hídrico já sofre com os efeitos da urbanização. Os valores obtidos para o ICE no ponto 010, bem como a classificação e os parâmetros em desconformidade em cada ano e na série histórica, são apresentados na tabela 5.

Tabela 5: Valores de ICE para o Ribeirão Sobradinho no ponto 010 entre 2015 e 2020 e para a série histórica deste período.

ANO	ICE	Classe	Parâmetros em Desconformidade
2015	57	Marginal	Coliformes
2016	47	Marginal	Coliformes; PT; Turbidez
2017	50	Marginal	Coliformes; pH
2018	46	Marginal	Coliformes; PT; Turbidez

2019	51	Marginal	Coliformes	
2020	68	Mediano	Coliformes	
Série Histórica	47	Marginal	Coliformes; PT; pH; Turbidez	
Ruim (0-44)	Marginal (45-64)	Mediano (65-79)	Bom (80-94)	Excelente (95-100)

Fonte dos dados de qualidade da água utilizados para a aplicação do ICE: CAESB.

Já o ponto 030, localizado a aproximadamente 1 km a jusante do lançamento da ETE, apresentou, como era esperado, valores piores que os demais. Com exceção do ano de 2015, em que o ICE indicou classificação mediana, em todos os outros anos e a série histórica foram classificados como ruins. As variáveis em desconformidade neste ponto foram: coliformes; DBO; fósforo total; oxigênio dissolvido; pH e a turbidez. Para este ponto já era de se esperar uma piora nos resultados e uma água de qualidade inferior, uma vez que sofre a influência do lançamento do efluente da ETE. Os valores obtidos para o ICE no ponto 030, bem como a classificação e as variáveis em desconformidade em cada ano e na série histórica, são mostrados na tabela 06.

Tabela 6: Valores de ICE para o Ribeirão Sobradinho no ponto 030 entre 2015 e 2020 e para a série histórica deste período.

ANO	ICE	Classe	Parâmetros em Desconformidade	
2015	52	Marginal	Coliformes; DBO; PT	
2016	40	Ruim	Coliformes; PT; OD; Turbidez	
2017	41	Ruim	Coliformes; PT; OD; pH	
2018	44	Ruim	Coliformes; DBO; PT; OD	
2019	44	Ruim	Coliformes; PT; OD	
2020	44	Ruim	Coliformes; PT	
Série Histórica	37	Ruim	Coliformes; DBO; PT; OD; pH; Turbidez	
Ruim (0-44)	Marginal (45-64)	Mediano (65-79)	Bom (80-94)	Excelente (95-100)

Fonte dos dados de qualidade da água utilizados para a aplicação do ICE: Caesb.

O ponto 050, situado no exutório do Ribeirão, a aproximadamente 19 km do lançamento da ETE, apresentou uma melhora nos resultados em relação aos dois últimos pontos analisados. Isso se deve ao processo de autodepuração do corpo hídrico, mencionado anteriormente, devido à degradação da matéria orgânica, a diluição frente ao aporte de água de melhor qualidade proveniente de tributários e pela reoxigenação do ribeirão Sobradinho em função, inclusive, da sequência de quedas de água que ocorrem ao longo da região mais a jusante da bacia hidrográfica. Entretanto, todos os anos e a série histórica foram classificados como marginais, o que configura uma qualidade da água frequentemente ameaçada. Os valores obtidos para o ICE no ponto 050, bem como a classificação e as variáveis em desconformidade em cada ano e na série histórica são mostrados na tabela 7.

Tabela 7: Valores de ICE para o Ribeirão Sobradinho no ponto 050 entre 2015 e 2020 e para a série histórica deste período.

ANO	ICE	Classe	Parâmetros em Desconformidade
2015	63	Marginal	Coliformes; PT
2016	51	Marginal	Coliformes; DBO; PT
2017	52	Marginal	Coliformes; PT; Turbidez

2018	56	Marginal	Coliformes; PT	
2019	56	Marginal	Coliformes; PT	
2020	60	Marginal	Coliformes; PT	
Série Histórica	53	Marginal	Coliformes; DBO; PT; Turbidez	
Ruim (0-44)	Marginal (45-64)	Mediano (65-79)	Bom (80-94)	Excelente (95-100)

Fonte dos dados de qualidade da água utilizados para a aplicação do ICE: Caesb.

Modelagem de Qualidade da água com o QUAL-UFMG

Os resultados para o Cenário 1 (acréscimo do atendimento de 100 mil pessoas pela ETE Sobradinho), indicaram o não atendimento da concentração de OD exigida pela classe 3 entre o trecho 6 - 22 km, que corresponde a 67,9% do comprimento do rio. O valor crítico de OD foi de 3,03 mg/L, o que já é considerado tóxico para algumas espécies de peixes. Já em relação à DBO, todo o trecho analisado permaneceu enquadrado como classe 3.

Antes do lançamento da ETE o nível de OD no ribeirão Sobradinho atende ao exigido na classe 1. Após o lançamento, o nível atendeu apenas à classe 4, o que perdura em quase todo o segmento restante do rio. O Sobradinho só se recupera nas proximidades do exutório da bacia, por volta dos 22 km, ao qual volta a atender a classe 3. A figura 2 mostra o resultado para a simulação Cenário 1.

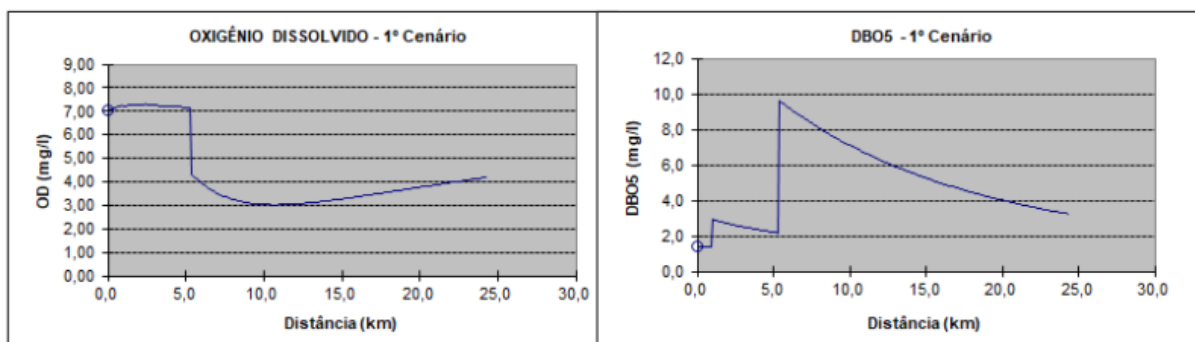


Figura 2: Resultado da modelagem de qualidade da água da BH do Sobradinho com o QUAL-UFMG de OD e DBO para o Cenário 1.

Em relação ao fósforo, após o lançamento da ETE não há mais o atendimento da classe 3, atingindo, assim, a classe 4 em cerca de 78% do rio, em relação a este parâmetro. Já para os coliformes, nenhum trecho do ribeirão Sobradinho atende ao exigido na classe 3, estando todo o rio enquadrado como classe 4 para este parâmetro. Mesmo nos pontos mais a montante, antes do lançamento da ETE, o rio já se encontra com níveis elevados deste microrganismo. Uma possível explicação são os lançamentos irregulares e a poluição difusa que chega à bacia por meio da infiltração nos lençóis freáticos da região. A figura 3 mostra o resultado na simulação do fósforo e dos coliformes para o Cenário 1.

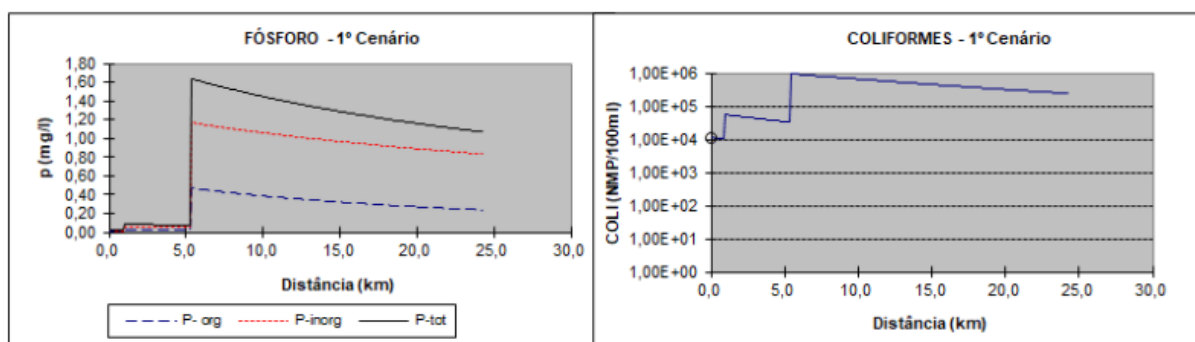


Figura 3: Resultado da modelagem de qualidade da água da BH do Sobradinho com o QUAL-UFMG de Fósforo e Coliformes para o Cenário 1.

O Cenário 2 traz um aumento ainda maior da população atendida pela ETE (aumento de 200 mil pessoas), o que representa um grande impacto no lançamento de carga no ribeirão Sobradinho. De modo que, após o lançamento da ETE, o OD não atende mais a classe 3 em nenhum seguimento do rio, chegando à concentração crítica de 2,15 mg/L no quilômetro 10. A concentração de DBO, por sua vez, permaneceu atendendo a classe 3 em boa parte do trecho modelado, apenas entre os 5,4 e 8,1 km que o rio se comportou como classe 4. O resultado para a modelagem destes dois parâmetros, para o Cenário 2, é apresentado na figura 4.

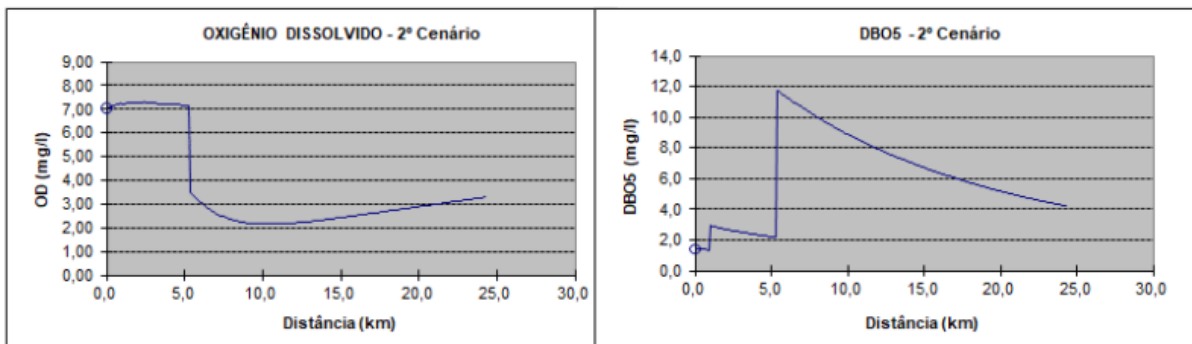


Figura 4: Resultado da modelagem de qualidade da água da BH do Sobradinho com o QUAL-UFMG de OD e DBO para o Cenário 2.

Quanto ao fósforo, o modelo também obteve o resultado do não atendimento da classe 3 em nenhum trecho após o lançamento da ETE. E, assim como no cenário anterior, os níveis de coliformes continuam acima da classe 3 em todo o trecho do rio analisado. O resultado da modelagem destes dois parâmetros é apresentado na figura 5.

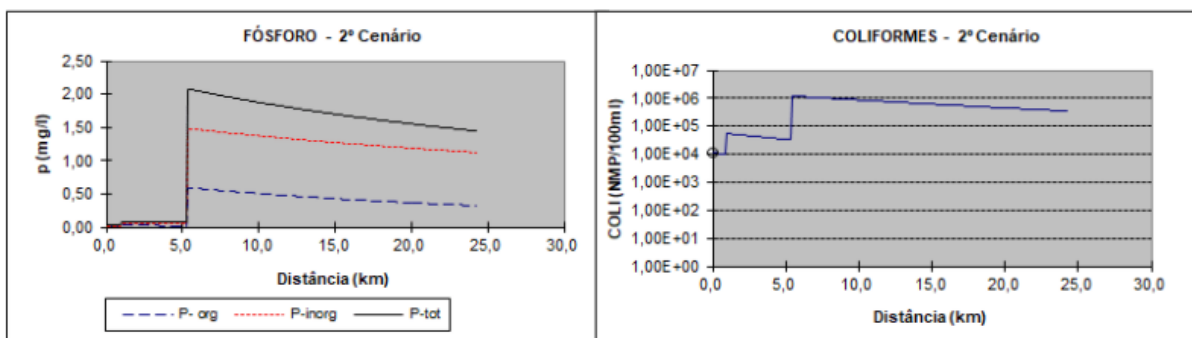


Figura 5: Resultado da modelagem de qualidade da água da BH do Sobradinho com o QUAL-UFMG de Fósforo e Coliformes para o segundo cenário.

Ao modelar o Cenário 3, que conta com o acréscimo de 200 mil pessoas a serem atendidas pela ETE e com a melhoria na eficiência proposta no PDSB, obteve o resultado do não atendimento da classe 3 para o OD em aproximadamente 78% do trecho do rio analisado. De modo que, após o lançamento da ETE, apenas no último segmento (a partir do Km 24) o OD volta a atender a classe 3. A DBO apresentou uma melhora, passando a atender a classe 3 em 98,4% do trecho modelado do rio, onde apenas em um pequeno trecho após o lançamento da ETE que a concentração de DBO correspondia a classe 4. O resultado da modelagem do OD e da DBO é mostrado na figura 6.

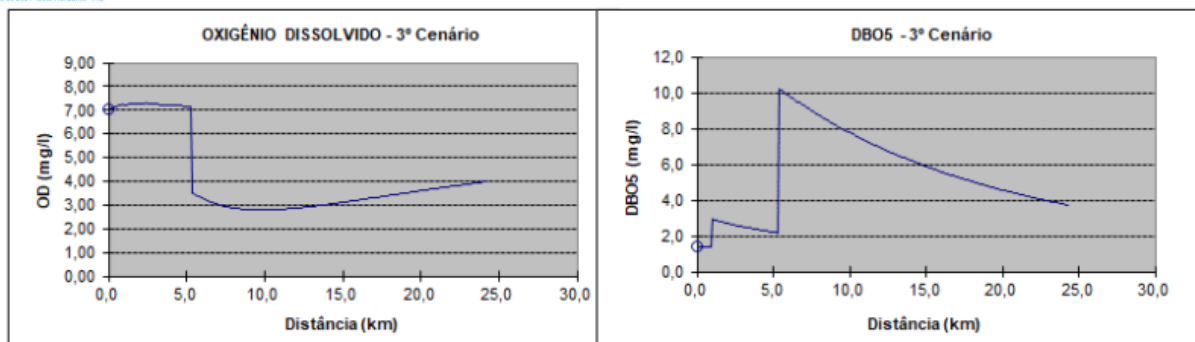


Figura 6: Resultado da modelagem de qualidade da água da BH do Sobradinho com o QUAL-UFMG de OD e DBO para o Cenário 3.

O Cenário 3 indicou uma melhora na concentração de fósforo, passando a atender a classe 3 em 37% do trecho do rio modelado, embora ainda seja um valor baixo em relação ao trecho completo do rio. O rio se comporta como classe 1 antes do lançamento da ETE, decai para a classe 4 após o lançamento e retorna à classe 3, apenas, após o quilômetro 20. Os coliformes continuam não atendendo a classe 3 em nenhum segmento do rio modelado, mesmo após considerar uma eficiência de remoção de 99,99%. O que aponta o impacto significativo que os lançamentos difusos apresentam para este parâmetro. A figura 7 mostra o resultado na simulação do fósforo e dos coliformes para o Cenário 3.

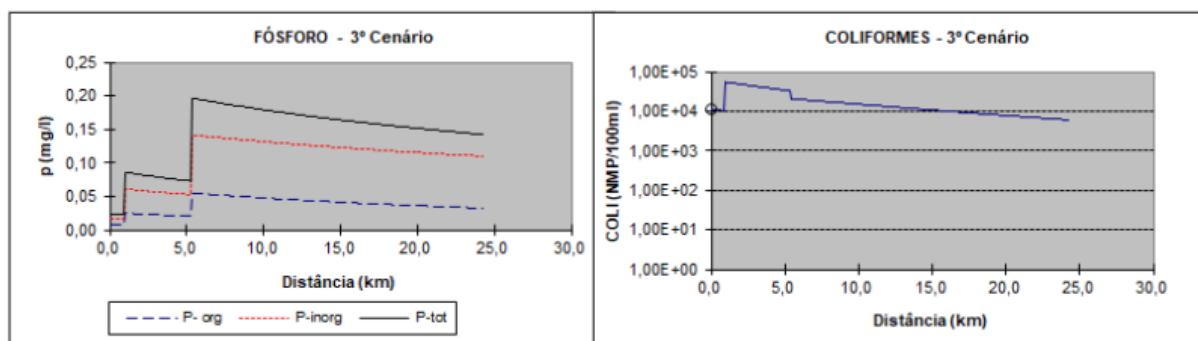


Figura 7: Resultado da modelagem de qualidade da água da BH do Sobradinho com o QUAL-UFMG do Fósforo e Coliformes para o terceiro cenário.

O Cenário 4 retrata a adoção da eficiência proposta no PDSB no tratamento atual da ETE Sobradinho, com manutenção da população atual da Bacia Hidrográfica. O resultado desta modelagem foi o atendimento de Classe 2 em 100% do percurso do ribeirão Sobradinho para o OD e para a DBO. Para o OD o rio se comporta como classe 1 até os 8,0 km, decaindo para classe 2 até os 14,4 km, quando retorna à classe 1 e permanece até o trecho final. É válido ressaltar que o tratamento atual da ETE já promove este resultado de 100% de atendimento à classe 3 para esses dois parâmetros. Este cenário de atendimento do ribeirão Sobradinho à classe 2 é o desejado pela população da bacia atualmente. No entanto, com a previsão dos novos empreendimentos imobiliários que encontram-se em fase de licenciamento, será inviável a concretização desse cenário, a não ser que sejam adotadas medidas mais restritivas como a implementação de tecnologias avançadas no tratamento de efluentes, o reúso dos efluentes tratados na agricultura, possibilidade ainda não regulamentada no Distrito Federal. O perfil das concentrações modeladas para OD e DBO, com base no Cenário 4, são apresentados na figura 8.

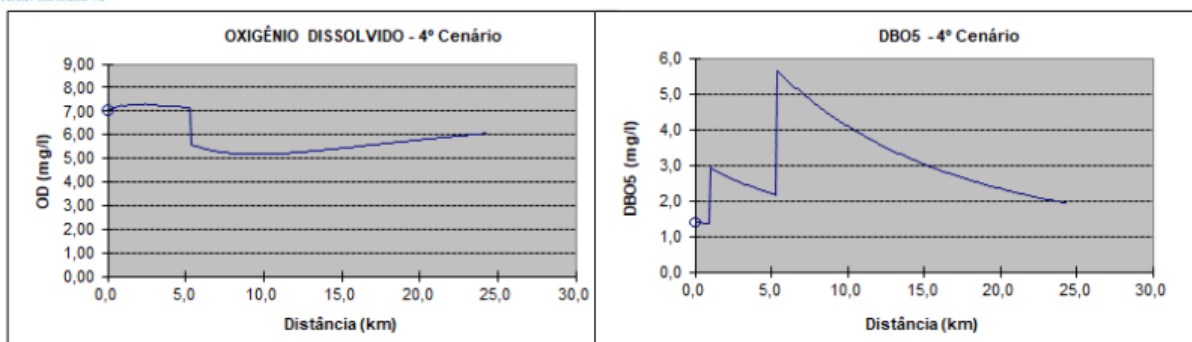


Figura 8: Resultado da modelagem de qualidade da água da BH do Sobradinho com o QUAL-UFMG de OD e DBO para o quarto cenário.

Em relação à remoção de fósforo, houve uma melhora bastante significativa, onde 100% do rio passou a ser enquadrado como classe 3. Já em relação aos coliformes, todo o trecho modelado continuou como classe 4, mesmo não considerando incrementos na população e com uma eficiência de remoção de 99,99% para este parâmetro. O resultado da modelagem destes dois parâmetros é apresentado na figura 9.

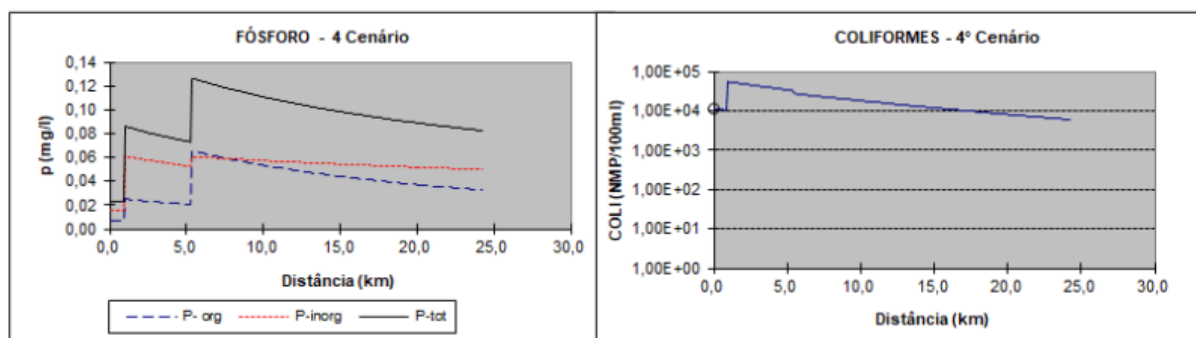


Figura 9: Resultado da modelagem de qualidade da água da BH do Sobradinho com o QUAL-UFMG do Fósforo e Coliformes para o quarto cenário.

Embora todos os demais parâmetros tenham atendido aos níveis de qualidade exigidos pela classe 3 em todo o trecho modelado do rio, os coliformes continuam com valores elevados e se enquadrando como classe 4. Este resultado possivelmente está relacionado ao elevado impacto da poluição difusa e de lançamentos irregulares que ocorrem na bacia. O que faz crer que, além dos investimentos a serem realizados para a melhoria da eficiência de tratamento da ETE Sobradinho, também será necessário investir no combate a este tipo de poluição e continuar ampliando a rede de coleta e tratamento de esgoto na região.

CONCLUSÕES

Como resultado da aplicação do ICE, em todas as estações e em toda a série histórica analisada (2015-2020) os coliformes totais foram o parâmetro mais problemático, atingindo números muito acima do permitido na Resolução CONAMA nº 357/2005. Isso se traduz nos baixos resultados obtidos pelo Índice, já que uma das variáveis calculadas é justamente a amplitude entre o valor observado e o normatizado.

Os resultados obtidos com a simulação dos cenários futuros apontam a falta de sustentabilidade nos usos múltiplos da água do ribeirão Sobradinho, sendo decorrente da possível expansão urbana na região sem a melhora das condições de tratamento da ETE Sobradinho. Estes resultados também podem auxiliar os tomadores de decisão no que se refere às medidas adotadas em prol da preservação e recuperação dos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica, uma vez que aponta quais os limites de autodepuração do corpo hídrico, qual nível de tratamento necessário para

o efluente lançado e os limites para a expansão urbana e o aumento populacional, respeitando o enquadramento previsto. Estas simulações contribuem, portanto, para confirmar o risco envolvendo o planejamento de recursos hídricos já estabelecido para a BH do ribeirão Sobradinho/DF.

É válido ressaltar que o enquadramento vigente no Distrito Federal deve ser atendido somente em 2030. Assim, caso as condições de qualidade da água observadas no corpo hídrico na atualidade não atendam aos valores estabelecidos pela classe em que foi enquadrado, isso não significa que a condição esteja irregular. Entretanto, os dados evidenciam a precariedade no atendimento ao planejamento existente em função da previsão de aumento populacional. Isso pode evidenciar a precariedade do planejamento ambiental do Distrito Federal a partir da falta de integração entre a gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental e o planejamento territorial. Isso pode se categorizar como um problema na gestão distrital por se tratar de uma das principais bacias do Distrito Federal.

Tanto a aplicação do ICE como a modelagem com o QUAL-UFGM demonstraram o impacto significativo que os lançamentos da ETE apresenta sobre a qualidade do corpo hídrico analisado. Entretanto, também foi observado que mesmo nos pontos a montante do lançamento, o ribeirão Sobradinho já se apresenta alguns parâmetros em desconformidade com o previsto no enquadramento, como os coliformes e o fósforo total. O que aponta para os impactos decorrentes de outros empreendimentos, da poluição difusa proveniente de áreas urbanas e de possíveis lançamentos clandestinos nas redes de drenagem de águas pluviais.

Assim sendo, torna-se necessária a realização de novas análises, com a inclusão de monitoramento em diferentes pontos da bacia hidrográfica, inclusive o monitoramento das redes de drenagem pluviais, para um melhor entendimento sobre a situação atual da BH Sobradinho. Além disso, torna-se necessária a realização de estudos sobre novas perspectivas para o aprimoramento da gestão de recursos hídricos no Distrito Federal com vistas à integração com a gestão ambiental e o planejamento territorial.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL (ADASA). 2017. **Plano Distrital de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Tomo IV - Produto 3. 2017.

BARBOSA, Raimundo Pereira. **Avaliação de riscos ambientais na região de Sobradinho, Distrito Federal**. 2010. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2010.

CCME. Canadian Council of Ministers of the Environment. **Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life**. CCME Water Quality Index 1.0 User's Manual. 2001.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL/GDF. **Grupo de Trabalho Ribeirão Sobradinho: Relatório de Diagnósticos e Soluções para a Recuperação Ambiental do Ribeirão Sobradinho**. 2012, 36 p.

MACHADO, Enéas Souza; KNAPIK, Heloise Garcia; BITENCOURT, Camila de Carvalho Almeida de. **Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água**. Engenharia Sanitária e Ambiental, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 261-269, abr. 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb) pela disponibilização dos dados para a realização da pesquisa.