

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA ANÁLISE DE OUTORGA DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Carolina Mundim de S. M. dos Santos¹; Ana Luiza Duarte de Abreu²; Alan Mosele Tonin³ & Thais Teodoro⁴

Abstract: The discharge of effluents into water bodies requires rigorous analysis to ensure water quality and the sustainability of multiple uses. This study presents a comparison between two methodologies used for effluent discharge permit analysis: the SEMAD-GO approach and the SIGWeb AQUORA system. The SEMAD methodology combines the Streeter-Phelps and Kelman models, incorporating Roques' alpha coefficient, enabling an integrated qualitative and quantitative analysis of self-purification and dilution flow. On the other hand, SIGWeb AQUORA applies an automated formulation that also considers BOD degradation over time and space, integrating hydrological and geospatial data. To evaluate the applicability of both methods, simulations were conducted in four sewage treatment plants in the state of Goiás, Brazil. The results showed a high degree of convergence between the methods, with minor variations in specific locations. The SEMAD methodology demonstrated greater hydrological stability and predictability, while SIGWeb AQUORA was more sensitive to changes in the water body's classification. It is concluded that both methodologies are suitable for managing effluent discharges, with the choice between them depending on the specific characteristics of the analyzed watershed and management objectives.

Resumo: O lançamento de efluentes em corpos hídricos exige análises rigorosas para garantir a qualidade da água e a sustentabilidade dos usos múltiplos. Este trabalho apresenta uma comparação entre duas metodologias utilizadas para a análise da outorga de lançamento de efluentes: a metodologia da SEMAD-GO e o sistema SIGWeb AQUORA. A abordagem da SEMAD combina os modelos de Streeter-Phelps e Kelman, com aplicação do coeficiente alfa de Roques, permitindo uma análise integrada quali-quantitativa da autodepuração e da vazão de diluição. Já o SIGWeb

¹⁾ Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD/GO), Av. José Leandro da Cruz, 1578 – Parque Amazônia, Goiânia – GO, 74843-010, Brazil. carolina.marques@goias.gov.br.

²⁾ Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD/GO), Av. José Leandro da Cruz, 1578 – Parque Amazônia, Goiânia – GO, 74843-010, Brazil. ana.dabreu@goias.gov.br.

³⁾ Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD/GO), Av. José Leandro da Cruz, 1578 – Parque Amazônia, Goiânia – GO, 74843-010, Brazil. ana.dabreu@goias.gov.br.

⁴⁾ Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD/GO), Av. José Leandro da Cruz, 1578 – Parque Amazônia, Goiânia – GO, 74843-010, Brazil. thais.didonet@goias.gov.br.

AQUORA utiliza uma formulação automatizada que também considera a degradação da DBO ao longo do tempo e espaço, integrando dados hidrológicos e geoespaciais. Para avaliar a aplicabilidade dos métodos, foram realizadas simulações em quatro Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) em Goiás. Os resultados mostraram elevada convergência entre os métodos, com pequenas variações em determinadas localidades. A metodologia da SEMAD apresentou maior estabilidade hidrológica e previsibilidade, enquanto o SIGWeb AQUORA demonstrou maior sensibilidade às mudanças de classe de enquadramento dos corpos hídricos. Conclui-se que ambas as metodologias são adequadas para a gestão de lançamentos de efluentes, sendo a escolha entre elas dependente das características específicas da bacia hidrográfica analisada e dos objetivos de gestão.

Palavras-Chave – Efluente, modelagem, outorga.

INTRODUÇÃO

O lançamento de efluentes em corpos hídricos interfere diretamente na qualidade e na quantidade da água disponível nas bacias hidrográficas, gerando impactos significativos no balanço quali-quantitativo desses sistemas. Tal interferência, especialmente em contextos de intensificação dos usos múltiplos da água, demanda análises rigorosas e integradas para subsidiar a tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) estabelece, entre seus princípios fundamentais, a garantia de acesso sustentável à água, com qualidade e quantidade adequadas aos diferentes usos, tanto para as gerações atuais quanto futuras. Para a efetivação desse objetivo, foram definidos diversos instrumentos de gestão, com destaque para a outorga do direito de uso da água, regulamentada pela Resolução CNRH nº 16/2001.

Dentre as modalidades de outorga previstas, a referente ao lançamento de efluentes configura-se como um dos principais mecanismos de controle da qualidade dos corpos d'água (Zandonadi et al., 2015). No entanto, observa-se a inexistência de critérios técnicos uniformes entre os estados brasileiros, com variações significativas quanto às vazões de referência e aos parâmetros de qualidade utilizados na análise das solicitações.

Diante da necessidade de regulamentação específica e do aprimoramento dos critérios técnicos, o Estado de Goiás, por meio da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), publicou em 2025 sua norma própria para a outorga de lançamento de efluentes. A regulamentação introduz diretrizes técnicas e operacionais inovadoras, com ênfase na aplicação de modelos quali-quantitativos e na definição de metas progressivas de qualidade.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia adotada pelo Estado de Goiás na análise dos pedidos de outorga para lançamento de efluentes, a qual integra elementos das metodologias de Kelman, Roques e do modelo clássico de Streeter e Phelps. Além disso, o estudo promove uma análise comparativa com o Sistema de Controle Dinâmico para Gestão dos Usos Múltiplos da Água – SIGWeb AQUORA, visando avaliar a robustez, aplicabilidade e adequação de ambas as abordagens às especificidades das bacias hidrográficas regionais.

METODOLOGIAS ANALISADAS

METODOLOGIA SEMAD

No estado de Goiás foi adotada uma abordagem de modelagem matemática desenvolvida para analisar os impactos dos lançamentos de efluentes no estado, oferecendo uma abordagem integrada que considera tanto os aspectos qualitativos quanto quantitativos da poluição hídrica. A modelagem adotada combina duas abordagens principais: o modelo de Streeter e Phelps (1925), para análise qualitativa da degradação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no corpo receptor, e a modelagem proposta por Kelman (1997), que aplica o coeficiente alfa proposto por Roques (2006) para análise quantitativa da vazão necessária à diluição dos efluentes. Essa combinação permite uma avaliação abrangente dos impactos dos lançamentos de efluentes, considerando simultaneamente a qualidade e a quantidade de água na bacia hidrográfica.

O modelo de Streeter e Phelps fornece uma representação visual do comportamento da DBO em corpos hídricos ao longo do tempo e da distância após o lançamento do efluente. Ele permite a análise da degradação da DBO e sua influência na qualidade da água, utilizando dados como coordenadas do ponto de lançamento, vazão do efluente, DBO do efluente bruto e eficiência do tratamento. As equações de diluição de Kelman (1997), utilizando o coeficiente alfa, estimam a vazão necessária para diluição dos efluentes, considerando a degradação da DBO ao longo do rio. O coeficiente alfa representa a taxa de degradação da DBO a partir do modelo de Streeter e Phelps, sendo utilizado na equação de diluição para reduzir a vazão necessária com o tempo.

Para cada solicitação de outorga, o requerente deve fornecer os seguintes dados: coordenadas do ponto de lançamento, vazão do efluente, concentração média anual de DBO no efluente bruto, eficiência de remoção do tratamento e velocidade do rio no ponto de lançamento. O órgão ambiental complementa com dados hidrológicos e ambientais, como a vazão do trecho do rio, a concentração máxima permitida de DBO conforme o enquadramento, e os coeficientes de desoxigenação (k_1) e de remoção da DBO (k_d).

A DBO da mistura entre o efluente e o corpo hídrico é calculada pela equação 1:

$$DBO_{mistura} = \frac{(Q_{rio} * DBO_{rio}) + (Q_{esg} * DBO_{esg})}{Q_{rio} + Q_{esg}} \quad (1)$$

Onde Q_{rio} representa a vazão do rio (L/s); DBO_{rio} representa a DBO do rio segundo sua classificação (mg/L); Q_{esg} é vazão de efluente lançado (L/s) e a DBO_{esg} é a DBO do efluente lançado, em mg/L.

Em seguida, calcula-se a DBO última (equação 2) a partir da DBO medida em cinco dias (DBO_5), usando o fator de conversão k_t (equação 3):

$$K_t = \frac{1}{1 - (e^{(-5 * k_t)})} \quad (2)$$

$$DBO_{última\ da\ mistura} = DBO_{mistura} * K_t \quad (3)$$

Os coeficientes k_1 e k_d adotados para o Estado de Goiás foram definidos como $0,4\ dia^{-1}$, com base em valores médios observados para rios da região e literatura especializada (Von Sperling, 2007). Essa parametrização permite simular a taxa de degradação da matéria orgânica ao longo do trecho do rio afetado pelo lançamento.

O modelo resulta em uma estimativa da redução da DBO ao longo do tempo e da distância, permitindo verificar se a qualidade da água estará em conformidade com os limites definidos pelo enquadramento em pontos a jusante do lançamento.

A degradação da matéria orgânica ao longo do rio é representada pelo coeficiente α , que reduz a quantidade de água necessária para diluição nos trechos a jusante, à medida que a DBO diminui. Esse coeficiente é calculado segundo a equação 4 proposta por Roques (2006), com base nos resultados do modelo de Streeter e Phelps:

$$\alpha_x = \frac{C_{apos_x} - C_{antes_x}}{C_{apos_{x_0}} - C_{antes_{x_0}}} \quad (4)$$

Onde C_{apos_x} é a concentração de DBO no rio a jusante do lançamento do efluente no trecho x analisado, fornecida pelo modelo de simulação de qualidade de água Streeter e Phelps (mg/L); C_{antes_x} é a concentração de DBO no rio a montante do lançamento do efluente no trecho x analisado, fornecida pelo modelo de simulação de qualidade de água Streeter e Phelps(mg/L); $C_{apos_{x_0}}$ é a concentração de DBO no rio após o lançamento do efluente no trecho x_1 , fornecida pelo modelo de simulação de qualidade de água Streeter e Phelps (mg/L); $C_{antes_{x_0}}$ é a concentração de DBO no rio antes do lançamento do efluente na seção de lançamento x_0 , fornecida pelo modelo de simulação de qualidade de água Streeter e Phelps (mg/L).

Para a análise da vazão necessária à diluição da carga orgânica proveniente de efluentes, foi adotado o modelo proposto por Kelman (1997), que considera que o lançamento de um efluente representa uma apropriação de parte da vazão do corpo hídrico para a sua assimilação. A equação 5 que calcula vazão de diluição (Q_{dil_x}) baseia-se na diferença entre a carga poluente lançada e a concentração máxima permitida no corpo receptor, segundo o enquadramento da água:

$$Q_{dil_x} = \alpha * \left[Q_{efl} * \frac{C_{efl} - C_{max_x}}{C_{max_x} - C_{nat}} \right] \quad (5)$$

Onde Q_{dil_x} é a vazão de diluição no trecho x do rio (m³/s); α é o coeficiente de degradação da DBO em um trecho a jusante do lançamento (adimensional); Q_{efl} é a vazão do efluente lançado pelo usuário (m³/s); C_{efl} é a concentração do parâmetro lançado(mg/L); C_{max_x} é a concentração máxima permitida do parâmetro (mg/L) no corpo d'água, conforme enquadramento; e C_{nat} é a concentração natural do parâmetro no corpo receptor (mg/L), imediatamente à montante da seção onde é realizado o lançamento .A equação considera que o corpo receptor está em condição natural, sem influência de outros lançamentos, permitindo a avaliação individual do comprometimento de qualidade por usuário. O valor de C_{max} é determinado conforme as metas de enquadramento estabelecidas para os trechos avaliados (intermediária para 2030 e final para 2040).

Essa abordagem permite que a vazão de diluição inicialmente reservada, retorne progressivamente ao sistema conforme ocorre a autodepuração da matéria orgânica ao longo do curso d'água, otimizando o uso da água para fins múltiplos e respeitando os limites de qualidade definidos.

Para validação do modelo proposto pela SEMAD foram realizadas simulações utilizando dados reais de lançamento de efluentes e dos trechos de rios. A partir dos dados de vazão e da DBO do efluente lançado da grande maioria das estações de tratamento de esgoto (ETE) em Goiás, foi selecionada a ETE com o maior potencial poluidor.

Posteriormente, foram obtidos os dados da vazão de referência Q95 do corpo receptor, descontados os usos consuntivos a montante do ponto de lançamento do efluente. A seguir são listados as informações necessárias para a implementação da modelagem. Parte das informações deve ser

fornecida pelo usuário externo solicitante (Quadro 1), enquanto outras informações serão extraídas das bases e sistemas da Semad (Quadro 2).

Quadro 1. Informações fornecidas pelo usuário externo solicitante.

a) Coordenadas do ponto de lançamento (formato graus decimais, Datum SIRGAS 2000);	b) Vazão de lançamento do esgoto (m^3/s);
c) DBO5 do esgoto bruto (mg/L);	d) DBO5 do esgoto tratado (mg/L);
e) Velocidade da água do corpo receptor (m/s);	f) Eficiência de remoção de DBO na ETE (%).

Quadro 2. Informações extraídas das bases e sistemas da Semad.

g) Vazão do rio (m^3/s);	h) DBO5 do rio (mg/L);	i) Comprimento do trecho (km).
------------------------------	------------------------	--------------------------------

Quadro 3. Dados de saída: A partir das informações fornecidas nos Quadros 1 e 2, o modelo produz as seguintes informações.

a) DBO5 do esgoto tratado (mg/L);	b) DBO5 da mistura (mg/L);
c) Coeficiente da DBO última;	d) DBO última da mistura (mg/L);
e) Tempo de percurso do efluente (dias);	f) DBO5 após trecho de autodepuração (mg/L);
g) Coeficiente alfa (α);	h) Vazão de diluição (m^3/s).

METODOLOGIA SIGWEB AQUORA

O SIGWeb AQUORA é um sistema de gestão de recursos hídricos desenvolvido para automatizar e otimizar processos de outorga e demais atividades associadas à administração das águas. Ele integra dados hidrológicos, ferramentas de geoprocessamento e sistemas de informação, possibilitando a análise dos impactos de captações e lançamentos de efluentes, além de disponibilizar informações hidrológicas online (Marques *et al*, 2011).

A metodologia desenvolvida para análise da outorga de lançamento de efluentes consiste em determinar a vazão necessária para a diluição de determinado parâmetro do efluente até um nível “aceitável”, estabelecido de acordo com a classe de enquadramento do manancial. O SIGWeb AQUORA utiliza o conceito da vazão indisponível, definida como a vazão de mistura que o usuário torna indisponível para outros lançamentos.

A vazão indisponível se dá pela soma da vazão do efluente e da vazão de diluição, definida pelas equações 6 e 7:

$$Q_{dil_x} = Q_{efl} * \left[\frac{C_{efl} - C_{max_x}}{C_{max_x} - C_{nat}} \right] \quad (6)$$

Onde Q_{dil_x} é a vazão de diluição no trecho x do rio (m^3/s); Q_{efl} é a vazão do efluente lançado pelo usuário (m^3/s); C_{efl} é a concentração do parâmetro lançado(mg/L); C_{max_x} é a concentração máxima permitida do parâmetro (mg/L) no corpo d'água, conforme enquadramento; e C_{nat} é a concentração natural do parâmetro no corpo receptor (mg/L), imediatamente à montante da seção onde é realizado o lançamento .

$$Q_{indisp_n} = Q_{dil_x} + Q_{efl} \quad (7)$$

Onde a Q_{indisp_n} é representada pela soma da vazão de diluição (Q_{dilx}) e pela vazão do efluente (Q_{efl}), em m^3/s .

O parâmetro de DBO é o principal analisado, sendo utilizado para definição do balanço hídrico mensal. Para o decaimento da DBO é utilizado a formulação de Kelman (1997), apresentada pela Equação 8, sendo o valor de K_1 corrigido de acordo com a temperatura conforme apresentado na Equação 9.

$$Y_t = Y_0 x e^{-K_1 t} \quad (8)$$

$$K_1(\text{temp}) = 0,17 \times 1,047^{(\text{temp}-20)} \quad (9)$$

Na equação 8, Y_t representa a carga orgânica (em kg/dia) em um ponto qualquer do corpo hídrico; Y_0 é a carga orgânica inicialmente lançada (também em kg/dia); K_1 é o coeficiente de desoxigenação (em dia $^{-1}$); e t é o tempo, em dias, necessário para que a carga percorra a distância entre o ponto de lançamento e o ponto considerado no curso d'água. Na equação 9 K_1 é o coeficiente de desoxigenação (dia-1) para a temperatura (Temp) do curso d'água, sendo o valor de K_1 para a temperatura de 20°C igual a 0,17 dia -1 .

Portanto, a equação desenvolvida pelo sistema SIGWEB Aquora para análise da outorga de lançamento de efluentes é uma união da formulação de Kelman (1997) para vazão de diluição e decaimento da carga de DBO, que foi apresentada por ANA (2009b) e Salim et al (2007) no formato da Equação 10:

$$Q_{indisp_n} = \frac{Q_{indisp_1} x C_{perm_1} x e^{-K_1 t}}{C_{perm_n}} \quad (10)$$

Nesse contexto, o índice 1 refere-se à seção onde ocorre o lançamento do efluente, enquanto n representa uma seção qualquer ao longo do curso d'água a jusante. A variável Q_{indisp} corresponde à vazão indisponibilizada sujeita a decaimento (m^3/s); C_{perm} é a concentração máxima permitida de DBO, conforme o enquadramento da classe do corpo hídrico (mg/L); K_1 representa o coeficiente de desoxigenação (dia $^{-1}$); e t é o tempo de percurso ao longo da trajetória considerada (em dias).

ESTUDO DE CASO

A fim de avaliar a aplicabilidade e a precisão das metodologias SEMAD e SIGWeb AQUORA na estimativa da vazão de diluição para o lançamento de efluentes, foram conduzidos estudos comparativos em quatro localidades representativas do estado de Goiás: ETE Rio Vermelho (Luziânia), Caçú, Acreúna e Goiânia. Os dados utilizados foram organizados de forma a permitir a comparação direta entre as vazões estimadas pelas duas metodologias em função do tempo, com ênfase no comportamento da curva de recessão hidrológica.

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) foram selecionadas com o objetivo de representar municípios situados em diferentes bacias hidrográficas do estado de Goiás, todas pertencentes à bacia do rio Paranaíba. O município de Luziânia está inserido na bacia dos rios Corumbá, Veríssimo e na porção goiana do rio São Marcos. Caçu integra a bacia dos afluentes goianos do Baixo Paranaíba. Acreúna está localizada na bacia do rio dos Bois, e Goiânia, na bacia do rio Meia Ponte.

As Figuras 1 a 4, apresentadas a seguir, ilustram a vazão de diluição estimada por cada metodologia descrita anteriormente, para os municípios selecionados.

Figura 1 – Comparaçāo das vazões de diluição estimadas por cada metodologia na ETE Rio Vermelho, no município de Luziānia.

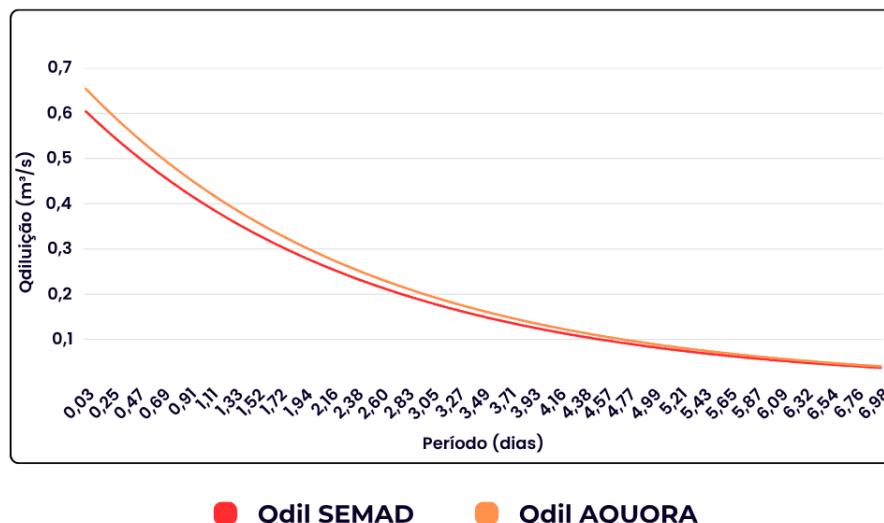


Figura 2 – Comparaçāo das vazões de diluição estimadas por cada metodologia na ETE Dr. Hélio Seixo de Brito, no município de Goiânia

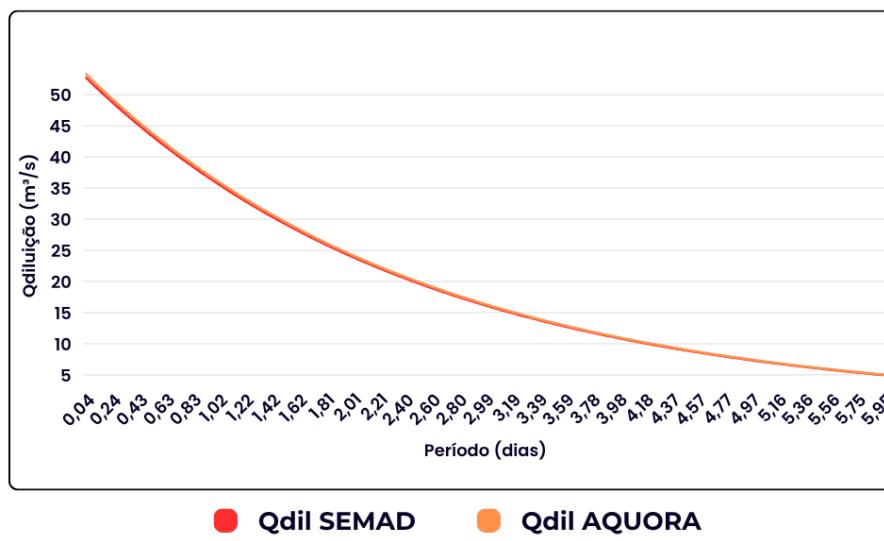


Figura 3 – Comparação das vazões de diluição estimadas por cada metodologia na ETE Caçu.

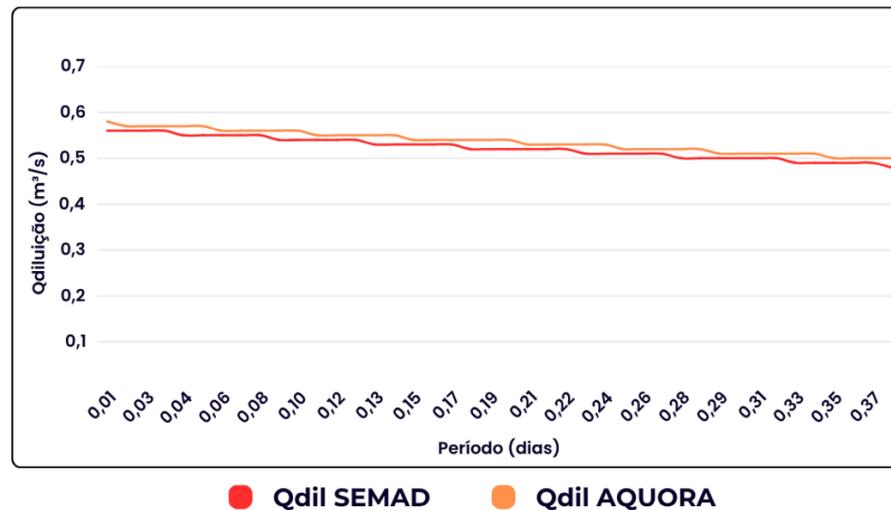
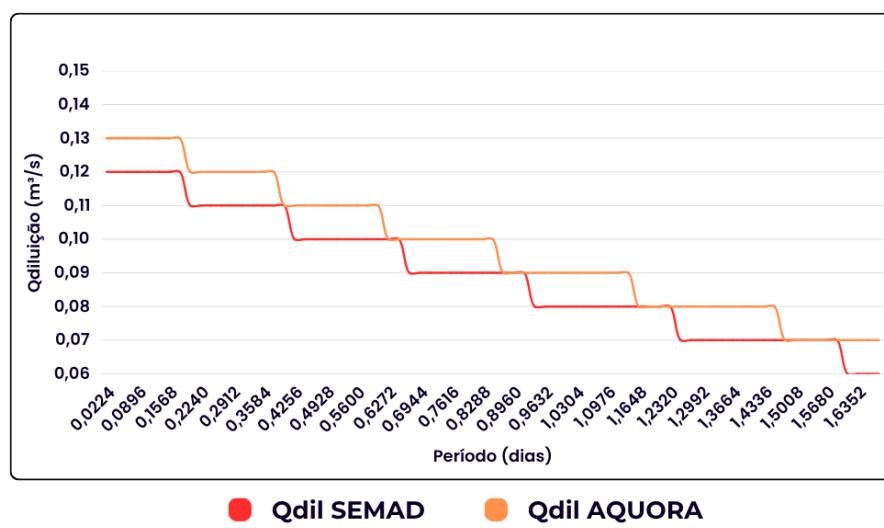


Figura 4 – Comparação das vazões de diluição estimadas por cada metodologia na ETE Acreúna.



Em Luziânia, os resultados demonstraram elevada proximidade entre os valores estimados pelas duas abordagens, com o método SIGWeb AQUORA apresentando discretamente maiores vazões ao longo da série. Caçu revelou comportamento praticamente idêntico entre as metodologias, o que sugere que, em determinadas condições hidrológicas e fisiográficas, ambas as técnicas podem convergir para resultados similares.

Por outro lado, ETE Acreúna, a metodologia SIGWeb AQUORA estimou valores levemente superiores a metodologia da SEMAD, embora ambas as curvas apresentem comportamento uniforme. A constância dos valores estimados pela SEMAD indica uma maior estabilidade na definição da vazão de referência, o que pode ser particularmente vantajoso para o dimensionamento de sistemas de lançamento e autodepuração. Em Goiânia, embora as tendências gerais de redução de vazão fossem semelhantes, a metodologia SEMAD apresentou valores iniciais superiores, com queda mais acentuada, revelando maior aderência ao comportamento típico de escoamento base observado em séries históricas.

Além disso, destaca-se uma diferença fundamental entre os dois métodos no que se refere à dinâmica da vazão indisponível em função da mudança de classe de enquadramento dos corpos hídricos. Com o método SEMAD, a vazão indisponível mantém uma curva de decaimento contínuo, independentemente da classe de uso atribuída ao corpo hídrico em cada trecho de autodepuração. Essa característica assegura maior estabilidade hidrológica ao longo do curso d'água, favorecendo a previsibilidade do balanço hídrico e a segurança das análises de diluição.

Em contrapartida, a metodologia SIGWeb AQUORA ajusta a vazão indisponível de acordo com a classe de enquadramento vigente, o que implica em variações abruptas, para mais ou para menos, a cada trecho da bacia. Esse comportamento pode comprometer o balanço hídrico a jusante do ponto de lançamento analisado, uma vez que a disponibilidade hídrica passa a ser influenciada diretamente por critérios administrativos, e não exclusivamente por condições hidrológicas naturais.

CONCLUSÃO

Os estudos comparativos realizados entre as metodologias SEMAD e SIGWEB AQUORA para estimativa da vazão de diluição em quatro localidades representativas do estado de Goiás evidenciaram resultados bastante semelhantes, com pouca variação significativa entre as duas abordagens. Apesar de pequenas diferenças pontuais observadas em algumas estações de tratamento, como em Luziânia e Acreúna, o comportamento geral das vazões estimadas ao longo do tempo mostrou alta convergência, reforçando a aplicabilidade de ambas as metodologias em diferentes contextos hidrológicos e fisiográficos.

Essa proximidade entre os métodos sugere que tanto a metodologia da SEMAD quanto a do SIGWEB AQUORA são ferramentas confiáveis para o planejamento e gestão do lançamento de efluentes nas bacias analisadas, permitindo flexibilidade na escolha técnica sem comprometer a precisão das estimativas. Assim, os resultados indicam que a adoção de qualquer uma das metodologias pode atender adequadamente aos requisitos de avaliação de diluição, desde que considerada a especificidade de cada caso.

REFERÊNCIAS

- ANA - Agência Nacional de Águas. “Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil”. Brasília - DF. 2009.
- BRASIL. (1997). 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, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos. (2001). Resolução nº 16, de 8 de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 maio 2001. Seção 1, p. 57.
- KELMAN, J. Gerenciamento de recursos hídricos: Parte I – outorga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., 1997, Vitória. Anais. Rio de Janeiro: ABRH, 1997. p. 123-128.
- LEE,C. Models in planning. *An introduction to the use of quantitative models in planning*. Oxford. Pergamon Press. 1973.
- MARQUES, F.A.; SILVA, D.D.; VALADARES, C.; RIBEIRO, C.A.A.S.; MARQUES, P.E.; SILVA, A.J. (2009). “SIGWEB AQUORA – Sistema de Controle Dinâmico para Gestão dos Usos Múltiplos da Água”. *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Bento Gonçalves – RS, nov. 2009, 1, pp. 1–20.
- ROQUES, T. V. P. *Aplicação de modelos computacionais na análise de outorga para diluição de efluentes em corpos de água– fontes pontuais e difusas*. 2006. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.
- SALIM F. P. C., ROQUES T. V. P., SOUZA W. G. Definição de critérios técnicos de análise de outorga para diluição de efluentes em cursos d’água: o caso do Estado do Espírito Santo. In: Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo - SP. 2007.
- STREETER, H.W.; PHELPS, E.B. A study of the pollution and natural purification of the Ohio River. Public Health Bulletin, 146, Washington. 1925.
- VON SPERLING, M. *Estudos e modelagem da qualidade da água de rios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias*. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007.
- ZANDONADI, L. U; MENDONÇA, A. S. F; REIS, J. A. T. Outorga de lançamento de efluentes em rios - estimativas de vazões de diluição. Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH, Porto Alegre, v. 20, n.1, p. 179 - 191, jan./mar. 2015. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/176/dcb78bd0edd1574d93fa5576a6f2f8f7_83f6bc127b9f40c9ea7c31ff1ee2859c.pdf. Acesso em: março de 2024.