TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ABATEDOURO E QUALIDADE DO CORPO RECEPTOR: ESTUDO DE CASO NO ESTADO DE ALAGOAS

Viviane Batista da Silva[1]; Nelia Henriques Callado[2], Daysy Lira O. Cavalcanti [3]

RESUMO - O presente trabalho avalia a eficiência do sistema de tratamento de efluentes (ETE) de uma unidade industrial de abate de animais de grande porte localizada em Alagoas e o impacto sobre um corpo receptor de Classe 2, com base em 18 campanhas de monitoramento conduzidas entre 2020 e 2025. Amostras de efluente bruto, tratado e água do rio a montante e jusante foram analisadas e confrontadas com a CONAMA nº 430/2011 e CONAMA nº 357/2005. A eficiência média de remoção de DBO foi de 80,6%, com conformidade integral à CONAMA 430/2011 em apenas 8 das 18 campanhas. O nitrogênio amoniacal foi o parâmetro crítico da ETE (conformidade em 29% das campanhas). No corpo receptor, a DBO a jusante superou 5 mg/L em 72% das campanhas, o OD ficou abaixo de 5 mg/L em 56% e o fósforo excedeu o padrão em 67%, indicando comprometimento recorrente da qualidade do corpo receptor ao longo da série monitorada. A análise sazonal revelou maior variabilidade da ETE no período chuvoso. O coeficiente de Spearman entre eficiência de remoção de DBO e incremento no rio foi $\rho = -0{,}62$ ($p < 0{,}05$), confirmando o tratamento como principal determinante da qualidade do manancial.

Palavras-chave - efluente de abatedouro; ETE industrial; qualidade da água.

ABSTRACT - This study evaluates the efficiency of the wastewater treatment system (WWTP) of a large animal slaughterhouse located in Alagoas, Brazil, and its impact on a Class 2 receiving water body, based on 18 monitoring campaigns conducted between 2020 and 2025. Samples of raw effluent, treated effluent, and upstream and downstream river water were analyzed and compared with CONAMA regulations No. 430/2011 and No. 357/2005. The average BOD removal efficiency was 80.6%, with full compliance with CONAMA 430/2011 in only 8 of the 18 campaigns. Ammoniacal nitrogen was the critical parameter of the WWTP (compliance in 29% of the campaigns). In the receiving body of water, downstream BOD exceeded 5 mg/L in 72% of the campaigns, DO was below 5 mg/L in 56%, and phosphorus exceeded the standard in 67%, indicating recurrent impairment of the receiving water quality throughout the monitored series. Seasonal analysis revealed greater variability in wastewater treatment during the rainy season. The Spearman coefficient between BOD removal efficiency and river level increase was $\rho = -0.62$ ($p < 0.05$), confirming treatment as the main determinant of water quality.

Palavras-chave - slaughterhouse effluent; industrial ETE; water quality.

[1]) Mestranda, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus A.C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, 57072-970, Maceió-AL, Brasil. Telefone: (+55 82) 99150-3396. E-mail: vivianebatista642@gmail.com.
[2]) Profa. Titular, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus A.C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, 57072-970, Maceió-AL, Brasil. Telefone: (+55 82) 99961-5260. E-mail: ncallado@ctec.ufal.br
[3]) Profa. Adjunta, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus A.C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, 57072-970, Maceió-AL, Brasil. Telefone: (+55 82) 99992-8087. E-mail: daysy.oliveira@ctec.ufal.br

1. INTRODUÇÃO

A indústria de abate de animais de grande porte, especialmente bovinos e suínos, figura entre os setores agroindustriais com maior potencial poluidor dos recursos hídricos. O processo de abate gera efluentes complexos, caracterizados por elevadas concentrações de matéria orgânica, óleos e graxas, sólidos suspensos, nitrogênio amoniacal e patógenos, decorrentes das etapas de lavagem de carcaças, sangria, evisceração e limpeza de instalações (PACHECO; YAMANAKA, 2006).

Os efluentes lançados sem tratamento adequado em corpos hídricos, podem comprometer severamente a qualidade da água, reduzir as concentrações de oxigênio dissolvido, promover eutrofização e inviabilizar usos múltiplos dos recursos hídricos, incluindo o abastecimento público (VON SPERLING, 2014; METCALF; EDDY, 2016).

Em Alagoas a marcada sazonalidade, com período chuvoso de abril a julho (precipitações > 200 mm) e período seco de agosto a março, controlados pela ZCIT e pelo ENOS (MOLION; BERNARDO, 2002; ALAGOAS, 2020) afeta diretamente a capacidade de diluição e autodepuração dos rios receptores (MOLION; BERNARDO, 2002). No período seco, a redução das vazões diminui a capacidade de diluição e autodepuração dos rios receptores (VON SPERLING, 2014).

No Brasil, a CONAMA nº 430/2011 regula o lançamento de efluentes, complementando a CONAMA nº 357/2005, que classifica os corpos d'água por uso (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011). Além dos padrões físico-químicos, a CONAMA nº 430/2011 estabelece, em seu art. 18, a exigência de que o efluente não cause ou tenha potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos do corpo receptor, critério de lançamento associado à toxicidade que complementa a proteção dos usos preponderantes definidos pela CONAMA nº 357/2005 para as águas Classe 2.

Nesse contexto, o presente trabalho buscou sistematizar e analisar dados de seis anos de monitoramento analítico de uma ETE de abatedouro bovino no estado de Alagoas, através dos seguintes objetivos específicos: (i) calcular a eficiência média de remoção de cada parâmetro de qualidade monitorado ao longo da série temporal; (ii) comparar os resultados do efluente tratado com os padrões da Resolução CONAMA nº 430/2011; (iii) analisar a qualidade do corpo receptor a montante e a jusante e confrontar com os padrões da CONAMA nº 357/2005 para Classe 2; (iv) avaliar a variação sazonal do desempenho da ETE e do impacto sobre o recurso hídrico; e (v) identificar os parâmetros críticos para a conformidade ambiental ao longo do período avaliado, contribuindo para o conhecimento técnico-científico sobre o desempenho desses sistemas hídricos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi conduzido em uma unidade industrial de abate de animais de grande porte localizada no estado de Alagoas, identificada como Unidade Industrial A (UIA) por razões de confidencialidade. A ETE da UIA utiliza a tecnologia de lagoa aerada seguida de lagoa facultativa e lança efluente tratado em curso d'água superficial lótico, enquadrado na Classe 2 conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, com regime de escoamento perene sujeito à sazonalidade hidrológica alagoana.

2.2 Coleta e Análise das Amostras

Os dados provêm de certificados analíticos emitidos por laboratório acreditado no período de 2020 a 2025. Foram processadas 18 campanhas: 2020 (mar, jul), 2021 (jan, abr, ago), 2022 (fev, jun, set), 2023 (fev, jun, jul, set), 2024 (jan, mai, jul) e 2025 (fev, mar, set). Em cada campanha foram coletadas amostras de efluente bruto e tratado, e água do rio à montante e à jusante do lançamento.

2.3 Parâmetros Analisados

No efluente bruto e tratado foram avaliados: DBO, DQO, óleos e graxas, nitrogênio amoniacal, e sólidos sedimentáveis. No corpo receptor foram analisados: Sólidos totais, OD, DBO, fósforo, nitrogênio amoniacal. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia proposta pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - SMEWW, publicação da American Public Health Association – APHA (2017). Ressalta-se que ensaios de toxicidade (ecotoxicidade aguda e crônica), embora constituam critério de lançamento e de qualidade previstos na legislação vigente, não integraram os certificados analíticos disponíveis e, portanto, não foram avaliados neste estudo.

2.4 Análise dos Dados

A eficiência de remoção (E) de cada parâmetro foi calculada pela equação 1:

$$E\ (\%) = [(C_{bruto} - C_{tratado}) / C_{bruto}] \times 100 \quad (1)$$

Os resultados dos parâmetros analisados foram agrupados e organizados em um banco de dados de planilhas do software Excel e foram submetidos a tratamento estatístico, onde foram calculados os valores médios e desvio padrão, e produção de gráficos para melhor compreensão dos resultados.

Para uma análise sazonal, foi feita uma análise estatística descritiva e aplicados testes não paramétricos (Wilcoxon, Mann-Whitney e correlação de Spearman, $\alpha = 0,05$) para comparação entre

bruto/tratado, montante/jusante, e períodos chuvoso (abril–julho) e seco (agosto–março), conforme MOLION e BERNARDO (2002) e ALAGOAS (2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação do sistema de tratamento

A Tabela 1 apresenta os valores médios das 18 campanhas dos dados do efluente bruto, tratado e eficiência do sistema de tratamento do abatedouro.

Tabela 1- Estatística descritiva (média ± desvio padrão) da qualidade do efluente bruto e tratado e eficiência de remoção da ETE (lagoa aerada seguida de lagoa facultativa) do abatedouro bovino, com o percentual de conformidade em relação à CONAMA nº 430/2011, ao longo de 18 campanhas de monitoramento (2020–2025).

Parâmetro	Bruto	Tratado	E (%)	Conformidade CONAMA 430/2011
Sólidos Sedim. (mL/L)	4,5 ± 4,4	0,8 ± 0,8	82,2	11/18 (61%)
DBO (mg/L)	3.088 ± 1.873	598 ± 872	80,6	10/18 (56%)
DQO (mg/L)	4.828 ± 2.679	1.247 ± 1.615	74,1	—
Óleos e Graxas (mg/L)	422 ± 540	98 ± 113	76,7	9/18 (50%)
N-Amoniacal (mg N/L)	159 ± 57	100 ± 90	37,1	2/7 (29%)

3.2 Caracterização do Efluente Bruto e tratado

Os resultados da Tabela 1 revelam a elevada carga orgânica e gordurosa característica dos efluentes de abate bovino. A DBO do efluente bruto variou de 840 mg/L (junho de 2023) a 7.400 mg/L (julho de 2020), com média de 3.088 mg/L e desvio padrão de 1.873 mg/L. Esses valores de DBO estão compatíveis com o intervalo reportado por Pacheco e Yamanaka (2006) para efluentes de abate bovino no contexto brasileiro (800 a 4.000 mg/L).

A DQO do efluente bruto, disponível em 13 campanhas, atingiu máximo de 8.937 mg/L (fevereiro de 2025), com média de 4.828 mg/L. A relação DQO/DBO variou entre 1,5 e 3,2, faixa indicativa de efluente predominantemente biodegradável, mas com fração relevante associada a gorduras e proteínas de difícil degradação, apresentando comportamento típico de efluentes frigoríficos (METCALF; EDDY, 2016).

Os teores de óleos e graxas totais no efluente bruto variaram de 104,1 mg/L (maio de 2024) a 2.494 mg/L (março de 2020), com média de 422 mg/L, valores que revelam a contribuição expressiva das etapas de evisceração e lavagem de carcaças (PACHECO; YAMANAKA, 2006). O nitrogênio amoniacal bruto, mensurado em sete campanhas, atingiu máximo de 249,2 mg/L (fevereiro de 2025).

As Figuras 1 e 2 apresentam a evolução temporal da DBO e do nitrogênio amoniacal no efluente bruto e tratado, em escala logarítmica, evidenciando a variabilidade da qualidade desses efluentes ao longo dos seis anos.

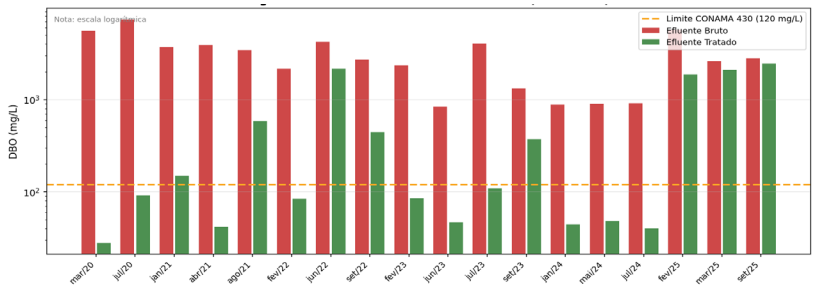


Figura 1 – Evolução temporal da DBO (mg/L, escala logarítmica) no efluente bruto e tratado da ETE do abatedouro bovino, ao longo das 18 campanhas de monitoramento (2020–2025). A linha tracejada indica o padrão de lançamento da CONAMA nº 430/2011 (120 mg/L).

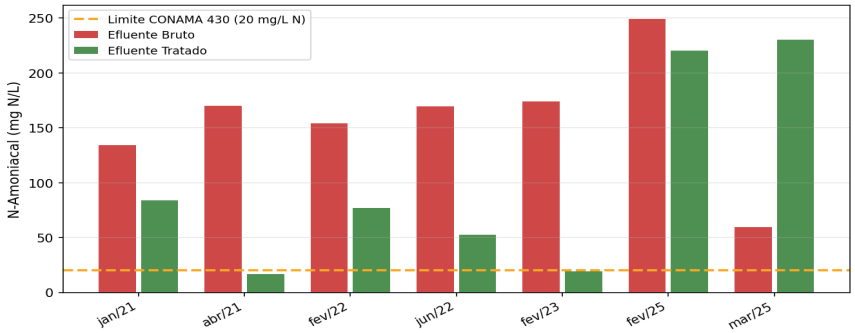


Figura 2 – Concentração de nitrogênio amoniacal (mg N/L) no efluente bruto e tratado da ETE do abatedouro bovino, nas campanhas com dados disponíveis (n = 7). A linha tracejada indica o padrão de lançamento da CONAMA nº 430/2011 (20 mg N/L).

3.3 Atendimento aos padrões de lançamento

A Figura 3, apresenta a conformidade do efluente tratado em relação aos 5 parâmetros monitorados ao longo do tempo, evidenciando que 8/18 campanhas (45%) atendeu à CONAMA 430/2011. Em 2025, a não conformidade simultânea em todos os parâmetros críticos indicou deterioração sistêmica da ETE.

Com relação ao parâmetro óleos e graxas, o valor médio do efluente tratado (98 mg/L) excedeu o limite de 50 mg/L da CONAMA 430/2011 na maioria das campanhas. Pacheco e Yamanaka (2006) apontam que o dimensionamento inadequado da caixa de gordura é a principal causa de não conformidade em óleos e graxas em ETEs frigoríficas brasileiras, o que parece ser o caso da UIA.

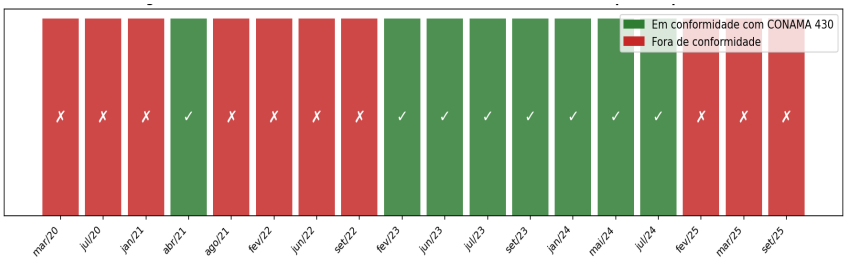


Figura 3 – Conformidade do efluente tratado da ETE do abatedouro bovino em relação à CONAMA nº 430/2011, por campanha (2020–2025). Verde = campanha em conformidade nos cinco parâmetros avaliados; vermelho = campanha fora de conformidade em ao menos um parâmetro.

Cabe destacar que a avaliação de conformidade aqui apresentada se restringe aos parâmetros físico-químicos disponíveis nos certificados analíticos. A CONAMA nº 430/2011, em seu art. 18, estabelece ainda que o efluente não deve apresentar toxicidade aos organismos aquáticos do corpo receptor, critério que exige ensaios ecotoxicológicos (toxicidade aguda e crônica) não contemplados no presente banco de dados. De forma complementar, a CONAMA nº 357/2005 estabelece, para as águas Classe 2, a ausência de efeito tóxico aos organismos aquáticos. Dessa forma, a conformidade legal integral do lançamento não pode ser plenamente atestada sem a incorporação da avaliação de toxicidade, recomendando-se sua inclusão no monitoramento da UIA.

3.4 Eficiência de remoção dos parâmetros pela ETE

Os dados da Tabela 1 mostram que a eficiência média de remoção de DBO foi de 80,6% (variou de 12,6-99,5%), alguns valores ficaram abaixo do esperado para lagoas bem operadas (90-95%) (VON SPERLING, 2014). O período 2023 e 2024 foi mais estável (6 campanhas > 94%); em 2025, DBO tratada > 1.800 mg/L sugere falhas operacionais associadas a picos de carga (5.715 mg/L em fev/2025).

A DQO bruta atingiu média de 4.828 mg/L (máx: 8.937 mg/L) e eficiência de remoção de 74,1%, resultando em efluente tratado médio de 598 mg/L. Com relação a eficiência de remoção de óleos e graxas totais apresentou média de 76,7% e amplitude de 2,9% (setembro de 2025) a 98,7% (fevereiro de 2022). Os sólidos sedimentáveis tiveram eficiência média de 82,2% e conformidade em 11/18 campanhas (melhora consistente a partir de 2023).

O nitrogênio amoniacal apresentou eficiência média de 37,1% e conformidade em apenas 2/7 campanhas (29%), certamente um processo incompleto de nitrificação na lagoa aerada e desnitrificação na facultativa, seja a causa estrutural dessa não conformidade.

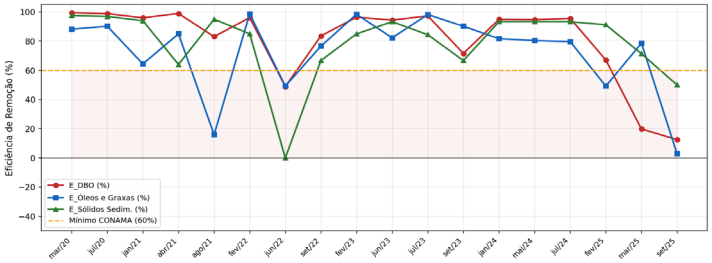


Figura 4 – Eficiência de remoção (%) de DBO, óleos e graxas (OeG) e sólidos sedimentáveis (SS) pela ETE do abatedouro bovino, por campanha (2020–2025). A linha tracejada indica a eficiência mínima de remoção de DBO exigida pela CONAMA nº 430/2011 (60%).

3.5 Qualidade do corpo receptor: montante × jusante

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva dos parâmetros monitorados no corpo receptor.

Tabela 2 - Estatística descritiva (média ± desvio padrão) dos parâmetros de qualidade da água no corpo receptor Classe 2, a montante e a jusante do ponto de lançamento, com o padrão correspondente da CONAMA nº 357/2005 (Classe 2) e o percentual de campanhas em conformidade a jusante, ao longo de 18 campanhas (2020–2025).

Parâmetro	Montante	Jusante	CONAMA 357/2005 Classe 2	Conformidade CONAMA 357/2005
Sólidos Totais (mg/L)	168 ± 46,0	476,8 ± 291,1	—	—
OD (mg/L)	5,7 ± 1,0	4,7± 1,3	≥ 5,0	56%
DBO (mg/L)	8,6 ± 13,3	9,7 ± 8,5	5,0	72%
Fósforo (mg P/L)	0,020 ± 0,05	0,20 ± 0,22	0,1	67%
N-Amoniacal (mg N/L)	2,5 ± 0,5	10,6 ± 8,6	3,7	83%

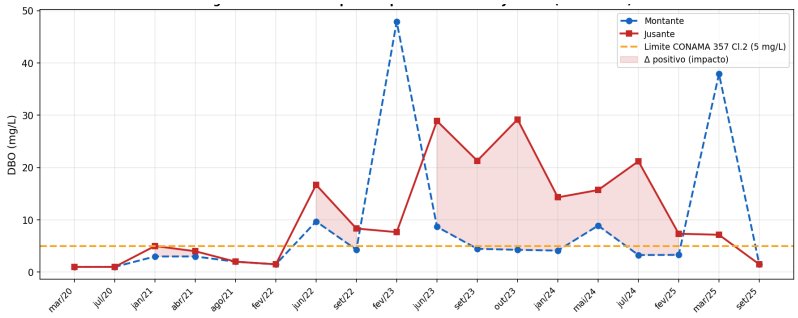


Figura 5 – DBO (mg/L) no corpo receptor a montante e a jusante do ponto de lançamento, por campanha (2020–2025). A linha tracejada indica o padrão da CONAMA nº 357/2005 para águas Classe 2 (5 mg/L); a área sombreada destaca o incremento a jusante (jusante > montante).

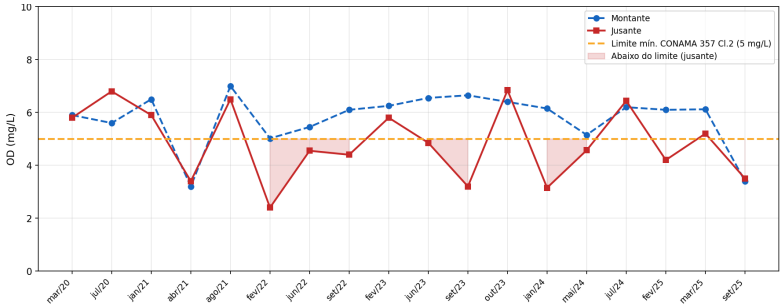


Figura 6 – DBO (mg/L) no corpo receptor a montante e a jusante do ponto de lançamento, por campanha (2020–2025). A linha tracejada indica o padrão da CONAMA nº 357/2005 para águas Classe 2 (5 mg/L); a área sombreada destaca o incremento a jusante (jusante > montante).

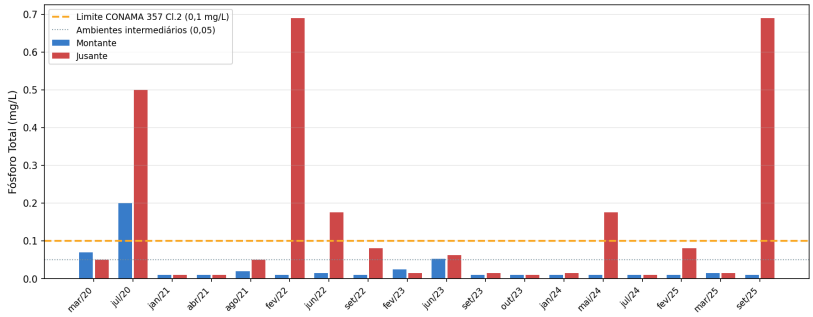


Figura 7 – Fósforo total (mg/L) no corpo receptor a montante e a jusante do ponto de lançamento, por campanha (2020–2025). As linhas indicam os limites da CONAMA nº 357/2005 para águas Classe 2 (0,1 mg/L) e para ambientes intermediários (0,05 mg/L).

Os sólidos totais (média de 291,1 mg/L, com pico de 1.028 mg/L) confirmam o aporte de efluente industrial no trecho jusante, pois ambos apresentaram incrementos consistentes em relação à montante. A DBO à montante atendeu o padrão em 12/18 campanhas; à jusante ultrapassou 5 mg/L em 72%, configurando comprometimento recorrente da qualidade do corpo receptor, ou seja, a superação do padrão manifestou-se de forma frequente ao longo de toda a série monitorada, e não em eventos isolados. Valores elevados à montante no período chuvoso sugerem cargas difusas (MOLION; BERNARDO, 2002). Com relação ao nitrogênio amoniacal a jusante excedeu 3,7 mg/L em 83% das campanhas (máx: 26,6 mg/L); A correlação de Spearman foi $\rho = 0,74$ com a carga da ETE, confirmando que o efluente é fonte dominante desse nutriente no trecho monitorado (PACHECO; YAMANAKA, 2006).

O fósforo na jusante atingiu 0,69 mg/L em fevereiro de 2022 e setembro de 2025, valores que superam em 6,9 vezes o limite de 0,1 mg/L. Em 12 das 18 campanhas (67%), a concentração de fósforo na jusante excedeu o padrão de 0,050 mg/L para ambientes intermediários, configurando risco de eutrofização. Bila e Dezotti (2007) ressaltam que o fósforo, mesmo em concentrações baixas, pode ser o nutriente limitante para o desenvolvimento de algas em corpos d'água tropicais, tornando seu controle estratégico para a gestão da qualidade hídrica. O OD na jusante ficou abaixo de 5 mg/L em 10 das 18 campanhas (56%), com mínimo de 2,40 mg/L (fevereiro de 2022), caracterizando condições de hipóxia que comprometem a fauna aquática. Von Sperling (2014) descreve que a redução do OD à jusante de lançamentos orgânicos é determinada pela extensão da zona de depleção, que depende da carga lançada e da capacidade de reaeração do corpo receptor.

3.6 Análise Sazonal

A classificação das campanhas em período chuvoso (abril–julho) e seco (agosto–março), seguindo Molion e Bernardo (2002) e o Atlas de Recursos Hídricos de Alagoas (ALAGOAS, 2020),

permitiu identificar padrões sazonais relevantes. A Figura 8 apresenta boxplots comparativos da eficiência de remoção de DBO e óleos e graxas por período.

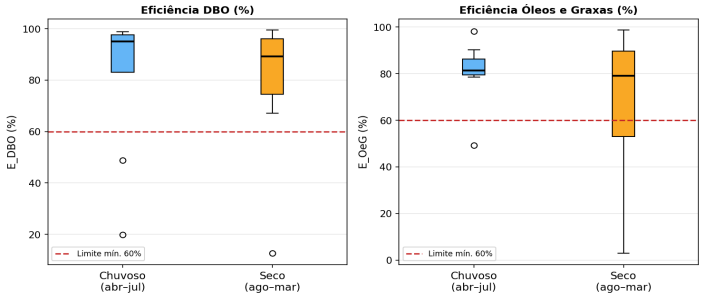


Figura 8 - Distribuição (boxplot) da eficiência de remoção (%) de DBO e de óleos e graxas pela ETE do abatedouro bovino, por período sazonal, chuvoso (abril–julho) e seco (agosto–março). A linha tracejada indica a eficiência mínima de remoção exigida pela CONAMA nº 430/2011 (60%).

A eficiência de remoção de DBO apresentou maior variabilidade no período chuvoso (IQR mais amplo) em relação ao seco, com mediana de 94,4% (chuvoso) versus 94,7% (seco). A maior dispersão no período chuvoso pode ser explicada pelo aumento de vazão no corpo receptor e pela maior instabilidade operacional das lagoas de estabilização sujeitas a oscilações de temperatura e tempo de detenção hidráulica (VON SPERLING, 2014).

3.7 Correlação entre eficiência da ETE e impacto no corpo receptor

A correlação de Spearman entre a eficiência de remoção de DBO pela ETE e o incremento de DBO entre montante e jusante do corpo receptor foi de $\rho = -0{,}62$ ($p < 0{,}05$), indicando correlação negativa moderada a forte: campanhas com menor eficiência de tratamento correspondem a maior impacto no rio. Essa correlação confirma que o desempenho da ETE é o principal determinante da qualidade do recurso hídrico no trecho receptor, em consonância com o preconizado por Von Sperling (2014) e Metcalf e Eddy (2016) sobre a relação entre eficiência de tratamento e autodepuração de corpos receptores.

4. CONCLUSÕES

A análise permitiu diagnosticar um sistema com desempenho inconsistente ao longo do período estudado, com conformidade integral à CONAMA n° 430/2011 em apenas 8 das 18 campanhas (45%). A ETE apresentou eficiência média de remoção de DBO de 80,6%, com alta variabilidade (12,6 a 99,5%) e trajetória de melhoria entre 2023 e julho de 2024, interrompida por deterioração expressiva em 2025. O corpo receptor apresentou comprometimento recorrente e persistente da qualidade da água: DBO acima do limite em 72% das campanhas, OD abaixo do mínimo em 56%, fósforo excedente em 67% e nitrogênio amoniacal fora do padrão em 83%, com risco de eutrofização

e hipoxia no trecho jusante. O nitrogênio amoniacal é o parâmetro crítico da ETE, seguido de óleos e graxas e DBO. A análise sazonal revelou maior variabilidade da ETE e maior impacto no rio no período chuvoso, atribuível à instabilidade operacional e à contribuição de cargas difusas. A correlação de Spearman ($\rho = -0{,}62$, $p < 0{,}05$) entre eficiência da ETE e impacto no corpo receptor confirma o tratamento como principal determinante da qualidade do manancial. Assim, o estudo contribui com uma das poucas séries temporais longas de monitoramento integrado de ETE frigorífica com corpo receptor publicadas no Nordeste brasileiro, evidenciando a importância da abordagem bruto–tratado–montante–jusante para o correto diagnóstico ambiental. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a incorporação de medidas hidrométricas no corpo receptor, a ampliação dos parâmetros monitorados incluindo a realização de ensaios de toxicidade e a aplicação de modelos de autodepuração para estimação da zona de depleção de oxigênio a jusante do ponto de lançamento.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. *Atlas de Recursos Hídricos do Estado de Alagoas.* Maceió: SEMARH, 2020.

APHA — AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA — AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WEF — WATER ENVIRONMENT FEDERATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* 23. ed. Washington, D.C.: APHA, 2017.

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. *Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências.* Química Nova, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 651–666, 2007.

BRASIL. *Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005.* Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. *Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011.* Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA n° 357/2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 mai. 2011.

METCALF; EDDY. *Tratamento de efluentes e recuperação de recursos.* 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. *Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro.* Revista Brasileira de Meteorologia, São José dos Campos, v. 17, n. 1, p. 1–10, 2002.

PACHECO, J. W.; YAMANAKA, H. T. *Guia técnico ambiental de abates (bovino e suíno).* São Paulo: CETESB, 2006. (Série P+L).

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.* 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 1).