

II-756 - AVALIAÇÃO OPERACIONAL DA ETE BOA VISTA/RR QUANTO AS ESCALAS NICTEMERAL E DA SAZONALIDADE NO PERÍODO DE 2019 E 2021

Thamires Ohana Coelho Lima⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Roraima (UFRR). Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Professora Substituta do Departamento de Engenharia Civil da UFRR.

Pedro Alves da Silva Filho⁽²⁾

Engenheiro Civil pela UFRR. Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Doutorado em Engenharia Civil e Saneamento Ambiental, pela Universidade Federal do Ceará. Professor adjunto do Departamento de Engenharia Civil da UFRR.

Gioconda Santos e Souza Martinez⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Geotecnia e Transportes pela Universidade Federal Paraíba. Doutorado em engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora titular do Departamento de Engenharia Civil da UFRR.

Flaider Alves Pimentel⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pela UFRR. Mestre em Recursos Naturais pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT) da UFRR.

Ylorranne Ferreira Costa dos Santos⁽⁵⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Roraima (UFRR).

Endereço⁽¹⁾: UFRR, Departamento de Engenharia Civil. Avenida: Capitão Ene Garcez, Nº 2413, Bairro: Aeroporto, CEP: 69310000 - Boa Vista, RR - Brasil - Tel: (95) 99134-2726 - e-mail: thamiresohana14@gmail.com

RESUMO

As Estações de Tratamento de Esgoto - ETE no Estado de Roraima, são por meio de lagoas de estabilização, o sistema de esgotamento foi implantado em 1975, com 52 Km de rede coletora. Neste trabalho procurou-se diagnosticar a lagoa de estabilização de Boa Vista a capital do Estado de Roraima e também observar as possíveis variações de alguns parâmetros limnológicos, tais como, pH, temperatura, oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, demanda bioquímica de oxigênio, ao longo da escala nictemeral e na escala da sazonalidade em dois períodos, verão e inverno em dois anos distintos, 2019 e 2021. A maioria dos resultados, mostrou-se favorável a trabalhabilidade da lagoa de estabilização na escala de sazonalidade e também nictemeral, onde foi observado muitas variações ao longo das 24h de coletas, fornecidas pela Companhia de Água e Esgoto de Roraima-CAER.

PALAVRAS-CHAVE: Escala nictemeral, escala sazonal, Operação de ETE, Lagoas de estabilização, Companhia de Água e Esgoto de Roraima -CAER.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural primordial em inúmeras atividades realizadas diariamente pelos seres humanos, seja de caráter industrial, residencial, lazer, agrícola e entre outros. A demanda de água torna-se cada vez maior à medida que a população mundial aumenta, pois esta é imprescindível para o ser humano. Para determinado uso, como por exemplo, consumo humano, a água deve atender a condições (química, biológica, físicas) adequadas para não prejudicar a saúde.

Em Roraima, no ano de 1994, foi inaugurado a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), formada por 5 lagoas de estabilização. Atualmente, a Companhia de Águas e Esgoto do Estado (CAER) tem implantado cerca de 921.861 quilômetros de rede de esgoto. Segundo a CAER, a capacidade de tratamento pode chegar a 4.890 m³ por hora. Mas um questionamento que emerge é se as demandas das ETEs por meio das lagoas de estabilização no Estado de Roraima, estão apropriadas para o uso da população, ou seja, se está dentro das expectativas para quais foram dimensionadas.

Diante de tal demanda, essa pesquisa visa avaliar a eficiência da ETE da capital do Estado de Roraima por meio das lagoas de estabilização, identificando a ETE, e mostrando a funcionalidade, das lagoas em dois períodos de anos de 2019 e 2021 e diagnosticando a funcionalidade operacional e também a eficiência em duas sazonalidades: verão e inverno.

A necessidade de implantação de um sistema de tratamento de esgoto eficaz é um dos fatores primordiais em qualquer cidade de pequeno a grande porte. O esgoto é uma junção de tudo que é descartado pelas atividades dos seres humanos que passa pelas tubulações e precisa de um descarte e tratamento adequado, pois no esgoto há inúmeros parâmetros poluentes que são prejudiciais à saúde dos seres vivos e também da natureza. A escolha do tipo de tratamento disponível para cada região demanda de vários fatores, tais como: nível socioeconômico disponível, área para construção, custo, clima da região, disponibilidade do grau de instrução da equipe operacional local, volumes diários a serem tratados, entre outros agentes que juntos contribuem para uma boa eficiência no tratamento de esgoto.

O investimento no saneamento, é uma alternativa para a preservação e a sustentabilidade, investindo nesse parâmetro diminui-se os problemas ambientais e posteriormente os de saúde. A sociedade vivencia um modelo econômico que se baseia em três fases, fabricação/ consumo/ rejeito, alguns mais duradouros que outros, entretanto nos últimos anos, fala-se muito sobre coleta seletiva, reciclar, reduzir e reutilizar, o que leva a usar de forma sustentável para que o equilíbrio ambiental possa se adequar as condições e exigências da sociedade, o que se torna demorado, pois o consumo é bem maior do que o processo de reciclagem.

Esta pesquisa tem como foco analisar se as estações de tratamento de esgoto por meio das lagoas de estabilização na capital do Estado de Roraima, se estão em funcionamento, se estão sendo utilizadas e se as demandas da capital estão sendo tratadas com eficácia. Além analisar em duas sazonalidades, verão e inverno, mostrando a diferença em dois anos distintos, 2019 e 2021. Esse reconhecimento nas estações de tratamento de esgoto, é pertinente, pois indica se as condições adotadas estão equivalentes a necessidade do tratamento.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência e operação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Boa Vista/RR quanto as escalas nictemeral e da sazonalidade em dois períodos de 2019 e 2021.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I) Caracterizar a ETE por meio de lagoas de estabilização em funcionamento na capital do Estado de Roraima;
- II) Diagnosticar a funcionalidade operacional e de eficiência nas escalas de sazonalidade e nictemeral da ETE por meio de lagoas de estabilização em Boa Vista/RR, no período 2019 e 2021.

MATERIAIS E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DA PESQUISA

A área de estudo compreende o município de Boa Vista, no Estado de Roraima (Brasil). Boa Vista situa-se na porção centro-oriental do Estado, na microrregião de Boa Vista, mesorregião do Norte de Roraima, além disso, está inserida no bioma Amazônia, e na região hidrográfica Amazônica. Com uma área de 5.687,04 km². De acordo com o Censo (IBGE, 2019), sua população é de 399.213 habitantes. A sede do município tem uma altitude média de 90 m e está localizada nas coordenadas 02°49'12" de latitude norte e 60°40'19" de longitude oeste, conforme mostra Figura 1.

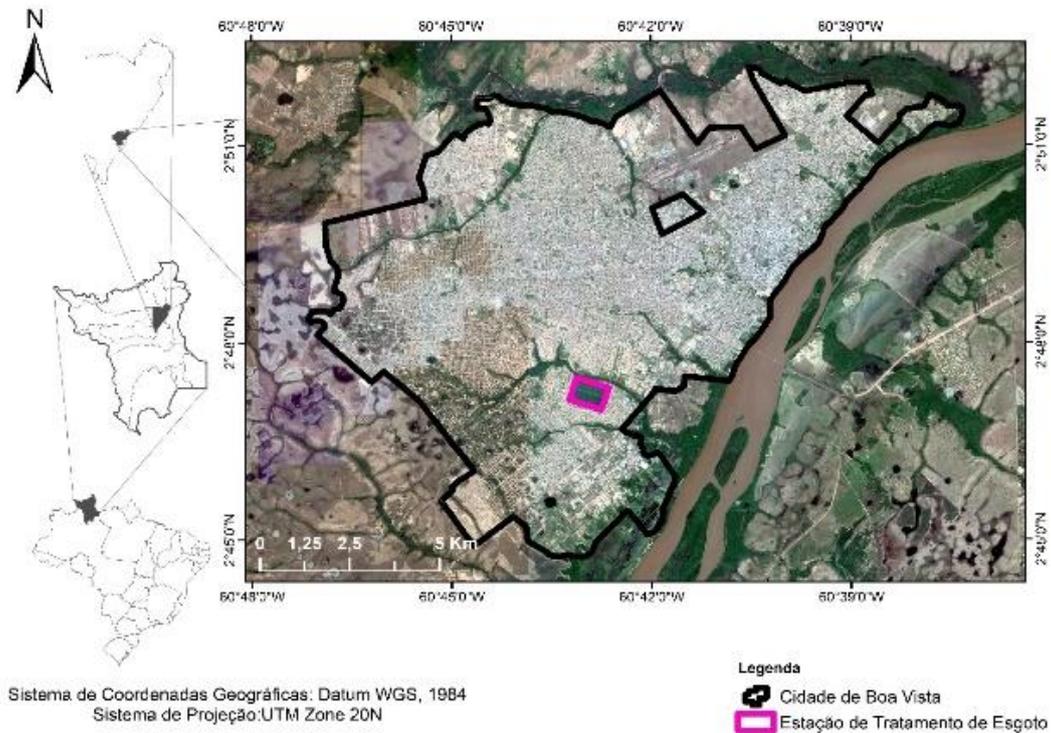


Figura 1- Localização do Município de Boa Vista/RR

O presente trabalho foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Boa Vista/RR (Figura 2), localizada no bairro Professora Aracelis Souto Maior divisa com o Bairro São Bento, no município de Boa Vista /RR, onde é operada pela Companhia de Água e Esgoto do Estado de Roraima – CAER. A capital de Boa Vista/RR, segundo dados fornecidos pela CAER (2021), consta hoje com 55 bairros existentes. A capital conta com 979,43 km de rede coletora de esgoto.



Figura 2- ETE de Boa Vista/RR

A ETE de Boa Vista, é disposta por um complexo de quatro lagoas de estabilização: duas lagoas facultativa (com mais de 2 m de profundidade) e duas lagoas de maturação. As características físicas do sistema, estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físicas da ETE – Boa Vista/RR

PARÂMETRO	1ª LAGOA	2ª LAGOA	3ª LAGOA	4ª LAGOA
Tipo	Facultativa I	Facultativa II	Maturação I	Maturação II
Área de espelho (m ²)	141.729	117.915	110.208	114.918
Profundidade (m)	2,10	2,10	1,50	1,80
Comp. (m)	856,32	856,32	856,32	856,32
Largura (m)	165,51	137,70	128,70	134,20

Fonte: CAER (2019).

DIAGNOSTICO OPERACIONAL E DE EFICIÊNCIA NAS ESCALAS DE SAZONALIDADE E NICTEMERAL DA ETE POR MEIO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

A pesquisa foi realizada por intermédio de 04 (quatro) perfis de 24 horas pela CAER durante os anos de 2019 e 2021. A concessionária local (CAER), realizou as coletas e análises. A pesquisa teve início com os dados dos perfis 01 e 02 cedidos pela CAER, para o ano de 2019 e 2021, em duas sazonalidades (inverno e verão) e na escala nictemeral (noite e dia).

Para essa pesquisa, levou-se em consideração o dia das 6 h às 18h e noite das 18h às 6h, completados um ciclo de 24 horas, cujas coletas foram assim realizadas pelos operadores da concessionária.

Os perfis tiveram um intervalo de coletas de 3h, o que totaliza 09 (nove) coletas/ perfil. Os horários de coletas de cada perfil foram: 06h, 09h, 12h, 15h, 18h, 21h, 0h, 3h e 6h. Nos perfis coletados, foram avaliados os parâmetros: pH, Temperatura, OD, DBO, coliformes termotolerantes e nitrogênio total. Em seguida, de posse dos valores (resultados) encaminhados pela CAER, fez-se o tratamento estatístico e análises de resultados.

RESULTADOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DA PESQUISA

O Município de Boa Vista possui 12% de seus domicílios que não são atendidos por coleta de esgotos e apresenta um índice de coleta e tratamento de esgoto de 99,83%. o número de elevatórias em funcionamento na capital é de 42, tudo isso reflete uma qualidade de vida a população e ao meio ambiente (CAER, 2021). As Tabelas 2 e 3, sintetiza as informações supracitadas anteriormente.

Tabela 2 - Síntese do sistema de esgotamento de Boa Vista/RR no ano de 2019

DADOS	UNIDADE	QUANTIDADE
Rede de coleta de esgoto	Km	921.861
População atendida	hab.	351.037
Porcentagem da população atendida pela rede de esgoto	%	87,93
Nº de Ligações domiciliares de esgoto	Unid.	60.219
Número de estação elevatória de esgoto em funcionamento	Unid.	38
Quantidades de bombas	Unid.	91
Aeradores para ETE	Unid.	28

Fonte: CAER (2019).

Tabela 3 - Síntese do sistema de esgotamento de Boa Vista/RR no ano de 2021

DADOS	UNIDADE	QUANTIDADE
Rede de coleta de esgoto	m	979,43
População atendida	hab.	369.304 (de 419.652)
Porcentagem da população atendida pela rede de esgoto	%	88,00
Nº de Ligações domiciliares de esgoto ativa	Unid.	89.696
Número de estação elevatória de esgoto em funcionamento	Unid.	42
Quantidades de bombas	Unid.	91
Aeradores para ETE	Unid.	28

Fonte: CAER (2021).

Conforme os dados obtidos anteriormente, é possível observar que o sistema de rede de esgoto em Boa Vista ainda precisa ser ampliado para atender ao crescimento da população. Este crescimento se torna mais evidente devido a crescente imigração venezuelana que ocorreu nos anos de 2018 e 2019. Atendendo a população com uma rede de esgoto adequada, seria possível obter vantagens em outros setores como a saúde pública em geral. Não somente pelo crescimento populacional, mas também ainda há muito a se fazer pelo saneamento básico da capital. Dos anos de 2018 para 2019 a capital roraimense subiu 11 posições em relação ao ano passado, ficando no 45º lugar, de acordo com o Instituto Trata Brasil (2019), em distribuição de redes de esgoto.

DIAGNOSTICO OPERACIONAL E DE EFICIÊNCIA NAS ESCALAS DE SAZONALIDADE E NICTEMERAL DA ETE POR MEIO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

EFICIÊNCIA DA ETE BOA VISTA/RR

Os valores obtidos no que tange a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e os coliformes termotolerantes são satisfatórios, passam de 80% e os obtidos no nitrogênio total, em 2019 passou de 50% tanto no verão quanto no inverno do referido ano. Já em 2021, o Nitrogênio total ficou menor que 50%, com uma eficiência bem baixa no inverno de 2021.

Vale citar, que se o sistema for projetado adequadamente, pode ter uma alta eficiência na remoção de nitrogênio em lagoas de estabilização. Além disso, a eficiência da remoção de nitrogênio está ligada com a reunião de fatores ambientais e operacionais da lagoa, tais como o pH, temperatura, tempo de detenção hidráulica, grau de mistura no reator, radiação solar disponível e carga orgânica aplicada (Poon et al., 1986; Santos e Oliveira, 1987).

COMPARATIVO DE SAZONALIDADE

Os valores dos anos 2019 e 2021 são bem próximos, no verão com verão e inverno com inverno. Para as lagoas facultativas, conforme Kayombo e Mbvette (2002), o pH classificado acima de 8 corresponde ao exemplar, isso porque neste aspecto necessitam de mais CO₂ e que pH menores que 8, não colaboram para aproveitar o CO₂ o que corresponde a presença de altas concentrações de CO₂, que é ruim para o sistema. Ou seja, nas coletas, o sistema da lagoa facultativa primária, não está apropriado em termos de pH, apenas no verão de 2019, foi constatado um horário durante o dia que teve seu valor em 8.

Constata-se então que no verão de 2019 e 2021, a lagoa facultativa primária recebe o esgoto bruto, mais ácido, já na lagoa facultativa secundária isso se inverte, o esgoto no verão corresponde neste ponto mais ácido e na saída da lagoa de maturação menos alcalino que no inverno. Mesmo com as oscilações, pode ser afirmado que no verão, as lagoas apresentam os piores odores.

COMPARATIVO NICTEMERAL

De acordo com os dados coletados pela concessionária, o pH teve algumas mudanças em algumas horas das coletas. Na entrada do sistema (lagoa facultativa primária), na coleta de 2019 no verão a coleta máxima, chegou a um pH de 8,05 às 15 horas, nessa mesma hora no inverno, o pH apresentou um valor de 6,95, ou seja, no verão apresentou-se ácido e no inverno apresentou-se alcalino. Essa variação de valores, pode variar por conta da temperatura. Isso ocorre por conta de uma leve influência da temperatura (Ozyasar, 2000).

Nos períodos de coleta, a temperatura foi menos dinâmica no verão que no inverno, que teve bastante oscilações. O pH, no sistema da lagoa facultativa primária, durante os dois períodos de coletas de cada ano, se apresentou boa parte ácido.

De forma geral, a média das lagoas foram bem próximas, as lagoas facultativas secundária e as de maturação tem um pH mais elevado, alcalino e nas lagoas facultativas primárias um pH mais ácido. Durante a noite, observa-se que o pH fica mais ácido, tanto no verão quanto no inverno. Essa tendência, ocorre devido a lagoa está no momento de respiração que reduz o pH. E durante o dia, a luminosidade incidindo sobre a lagoa, eleva o pH.

CONCLUSÕES

Foram avaliados seis parâmetros envolvidos no tratamento de esgotos para um sistema de lagoa de estabilização da ETE de Boa Vista-RR. A configuração de lagoas facultativas seguidas de lagoas de maturação, mostram ter sempre concentrações de efluentes de DBO.

No geral, a ETE de Boa Vista-RR foi caracterizada, e apresenta boa trabalhabilidade, segundo os relatórios do sistema SNIS (2019), porém não falando de porcentagem, mas de habitantes, o número é grande para a população que necessita do tratamento de esgoto, adequado (correspondendo em 2019 48.176 habitantes e em 2021 a 50.348 habitantes).

O sistema ainda precisa ser ampliado para então conseguir atender toda a população com rede de esgoto e um tratamento eficiente. Pois a crescente migração entre os anos 2018 e 2019, aumentou também o número que necessitam de atendimento.

No atendimento dos objetivos propostos, com relação a funcionalidade operacional, a eficiência no verão e inverno de 2019 e 2021. Analisou-se conforme os parâmetros estudados, uma eficiência de DBO, coliformes termotolerantes e nitrogênio no verão e inverno de 2019. Em 2021, houve uma baixa na eficiência do parâmetro de Nitrogênio total, chegando no inverno apresentar valor de eficiência de 20,55%, podendo estar relacionado aos fatores ambientais e operacionais da lagoa.

Finalmente, foi observado demonstrado nas figuras através de gráficos as diferenças entre os dois períodos predominantes em Boa Vista/RR, verão e inverno. Nos períodos de coleta, a temperatura foi menos dinâmica no verão que no inverno, que teve bastante oscilações. O pH, no sistema da lagoa facultativa primária, durante os dois períodos de coletas de cada ano, se apresentou boa parte ácido.

O oxigênio dissolvido esteve presente apenas nas lagoas de maturação e ainda com valores bem baixos, tanto no verão quanto no inverno dos anos em estudo. Ou seja, isso é um ponto negativo, pois o oxigênio dissolvido contribui para a ocorrência do fenômeno estratificação química. Isso pode ter sido ocasionado, por ser resultante do processo de decomposição da matéria orgânica.

O nitrogênio total, apresentou maiores valores no início do sistema, e é disseminado entre as demais lagoas, ou seja, as lagoas de maturação apresentaram menores valores, foi dessa forma, no verão e inverno dos anos estudados.

A demanda bioquímica de oxigênio, teve um comportamento esperado, ou seja, entra com uma carga alta no sistema e vai diminuindo ao longo das séries das lagoas. Portanto, as concentrações em termos de DBO diminuiu o que indica uma boa eficiência de remoção de matéria orgânica biodegradável, lembrando que as lagoas estão sendo eficientes quanto a remoção da matéria orgânica biodegradável.



Os coliformes termotolerantes, tem inicialmente grandes valores, na entrada do sistema, e tendem também a diminuir ao longo das séries de lagoas. No inverno apresentou valores mais elevados, está relacionado com a temperatura.

Com relação ao item de avaliação nictemeral, foi possível verificar que ocorrem mudanças nas variáveis de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, nitrogênio total, coliformes termotolerantes durante o período de 24 horas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBGE (2021), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/boa-vista.html>>. Acesso em 15 de mar de 2022.
2. INSTITUTO TRATA BRASIL (2019). Saneamento é saúde. Disponível em <<https://tratabrasil.org.br/>> Acesso em 11 de nov. de 2021.
3. KAYOMBO, S and MBWETTE, T, (2002). Diurnal cycles of variation of physical–chemical parameters in waste stabilization ponds. *Ecological Engineering*, v. 18, p. 287–291.
4. OZYASAR, H. (2000) Effects of temperature on the pH of water. Disponível em: <<https://sciencing.com/effects-temperature-ph-water-6837207.html>> Acesso em 28 de jan de 2022.
5. POON, C. P. C, et al. (1986). Waste stabilization ponds and lagoons. In: *Handbook of Environmental Engineering - Vol. 3. Biological Treatment Process* (Ed. L. K. Wang and N. C. Pereira). Clifton: The Hamana Press, pp. 305- 359.
6. SANTOS, M. C. R. and OLIVEIRA, J. F. S. (1987). Nitrogen transformations and removal in waste stabilization ponds in Portugal seasonal variations. In: *Wastewater Stabilization—Trends*. 121 Proceedings of an International Association on Water Pollution Research and Control. (Ed. D. D. Mara and M. H. M. do Monte). Oxford: Pergamon Press, pp. 123-130.
7. SNIS (2019). Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Brasília/DF. Disponível em <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>> Acesso em 10 de fev. de 2022.