

**I-041 - CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DE IMPACTO SOCIAL,
AMBIENTAL E DE SAÚDE PÚBLICA DA LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO EM
BOA VISTA/RR**

Pedro Alves da Silva Filho⁽¹⁾

Professor adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Roraima - UFRR. Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Roraima. Engenheiro Sanitário e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco de Mato Grosso do Sul. Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Doutor em Engenharia Civil e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará. Pós-Doutor pelo Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

Márcia Severino da Costa⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Roraima. Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Roraima.

Fabício Leocádio da Silva⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Roraima.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal de Roraima, Centro de Ciências e Tecnologia/Departamento de Engenharia Civil. *Campus do Paricarana*. Av. Ene Garcez, 2413 – Bloco V – Sala 505. Aeroporto – Boa Vista – RR. CEP: 69304-000. Telefone: (95) 36213142. E-mail: pedro.filho@ufrr.br.

Endereço⁽²⁾: Rua Joca Farias, 1924. Caranã – Boa Vista – RR. CEP: 69313-702. Telefone: (95) 99112-6794. E-mail: marciaengciv@gmail.com.

Endereço⁽³⁾: Rua Poraquê, 1626. Santa Tereza 2 – Boa Vista – RR. CEP: 69314-087. Telefone: (95) 99127-2096. E-mail: fabicio.eng.civ@gmail.com.

RESUMO

Os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples e econômica para tratar os esgotos em diversas cidades brasileiras e em Boa Vista, capital do estado de Roraima (extremo Norte Amazônico), não é diferente. Este trabalho traz uma abordagem sobre as lagoas de estabilização em áreas urbanas, no que se refere aos impactos sociais, ambientais e de saúde pública. Na cidade de Boa Vista, as lagoas de estabilização têm sido, por suas características operacionais e baixos custos de implantação, consideradas como opção mais viável para tratamento de águas residuárias em pequenas e médias comunidades. O sistema é composto por lagoa anaeróbia e facultativa em série; são os arranjos mais empregado no Brasil. Com o crescimento desordenado da população de Boa Vista-RR, impactos ambientais, sociais e de saúde pública vem acontecendo. Portanto, existe a necessidade de medidas mitigadoras urgentes a fim de diminuir os impactos causados pelos sistemas de lagoas de estabilização. Esta pesquisa exploratória de caráter descritivo foi delineada a partir do levantamento de dados, objetivando conhecer os impactos ambientais, impactos de saúde pública nos bairros Aracelis/São Bento. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista, através de questionários objetivos da área. Os dados levantados mostraram que a população da área estudada sofria impactos na saúde relacionadas a doenças como dengue, malária (80%). Em relação a impacto social e econômico, a maioria dos entrevistados sofre preconceito imobiliário por morar próximo à estação de tratamento de esgoto, tornando o terreno em volta da ETE desvalorizado, discriminação por parte de outras pessoas que moram em outros bairros (90%). Em relação a prática de reuso para criação de peixes, rega de grama de jardins, lavagem de carro, a maioria da população usaria a prática de reuso da água tratada (74%), tendo como justificativa à escassez hídrica de 2015 Boa Vista-RR. Com relação a impactos ambientais cerca de (90%) dizem que a ETE não é bem monitorada, há presença de vegetação em excesso nos taludes, lixo, vazamento nos períodos chuvosos etc. Enquanto que o período que a ETE traz mais desconforto para a população é no inverno (87%), a maioria reclama de maus odores, mosquitos e moscas.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto, Lagoa de estabilização, Reuso, População, Saúde pública.

INTRODUÇÃO

O abastecimento de águas, juntamente com a destinação correta de despejos, é capaz de influir contra doenças como diarreias, esquistossomose, amebíase, febre tifoide e hepatite. A implantação de um sistema de saneamento, com a instalação de redes coletoras de esgotos e tratamento, nesse caso, significaria interferir no meio ambiente, de maneira a interromper o ciclo de transmissão da enfermidade. Moradias construídas próximas a estações de tratamento de esgotos (ETEs) e a cursos d'água contaminados podem expor a população ali residentes, que desenvolvem atividades de seu cotidiano, ou até mesmo crianças em suas práticas recreacionais, quando em contato direto com agentes causadores de doenças (OMS, 1989).

Deve-se chamar atenção para a questão do destino das águas servidas e dos dejetos, que são formados pela água consumida e, conseqüentemente, contaminada sob a forma de esgotos sanitários que, em muitos casos, retornam aos corpos d'água levando uma concentração elevada de microrganismos patogênicos. Esses corpos d'água até poderiam incorporar essas águas poluídas, servindo de meio para a degradação de seus poluentes, sem perder seus padrões de qualidade. Porém, a sua capacidade de depuração é limitada e incompatível com as elevadas quantidades de poluentes geradas por grandes aglomerações de população. Trata-se também de uma capacidade natural, cuja natureza não previu em seu 'escopo original' a presença de determinadas substâncias sintéticas, fruto do desenvolvimento tecnológico da humanidade para as quais não possui mecanismos de degradação.

O tratamento desta água servida é feito em ETEs, que são peças relevantes para o sucesso de um plano de saneamento. Sem elas, certamente haveria um número muito maior de vítimas de doenças de veiculação hídrica. O principal produto de uma ETE é o efluente tratado, que além de cumprir o seu papel mais óbvio de sanear o ambiente, pode servir como insumo de uso industrial, como na irrigação de culturas, de recarga de aquíferos ou restauração da vazão de rios. As ETEs podem ser grandes geradoras de poluição em todos os níveis, ar, água e solo, pois consomem grandes quantidades de água e de energia e produzem despejos líquidos, liberando gases nocivos para a atmosfera como o metano (CH_4), gás sulfídrico (H_2S) e óxido nitroso (N_2O), além de produzir resíduos sólidos de difícil tratamento e disposição, como alguns materiais inertes (camada flotante e lodos digeridos).

O processo de lagoas de estabilização constitui uma técnica puramente natural de tratamento de esgoto, doméstico e industrial e, por possuir simplicidade operacional e facilidade de monitoramento, é uma proposta atraente para implantação em pequenas e médias comunidades. Porém, apesar de contribuir para a diminuição da carga orgânica lançada nos corpos hídricos, as ETEs do tipo lagoa de estabilização se constituem em empreendimentos causadores de impactos ambientais. Isso tem sido o ponto norteador para o desenvolvimento de estudos que identifiquem medidas que favoreçam a qualidade ambiental e melhoria das condições de saneamento e saúde pública local.

O estudo da relação lagoas de estabilização, meio ambiente e sociedade, ainda são em muitas regiões, bastante insipientes. Apesar das inúmeras vantagens apresentadas pelos sistemas de lagoas de estabilização, sabe-se que os mesmos durante a sua instalação, manutenção e operação apresentam também ações consideradas impactantes ao ambiente. Desta forma é importante que se caracterize estas ações tornando-se possível a elaboração de medidas mitigadoras que favorecem a qualidade ambiental para a melhoria das condições de saneamento e saúde pública local em especial das populações circunvizinhas as estações de tratamento (PALUDO et al., 2012).

Na cidade de Boa Vista, capital do Estado de Roraima, a Companhia de Água e Esgotos de Roraima - CAER optou pelo sistema de lagoa em série, devido à falta de energia elétrica confiável na época da sua implantação e também pelo sistema ser o método com custos reduzidos de tratamento de esgotos. Esta pesquisa é fundamentada na hipótese de possíveis impactos ambientais, sociais e de saúde pública, que os moradores dos bairros Aracelis Souto Maior e São Bento tem sofrido pelo fato de residirem nas proximidades da lagoa de estabilização.

Com base nisso, este estudo se propõe a avaliar, através do levantamento qualitativo, os impactos ambientais e socioeconômicos gerados às populações circunvizinhas da lagoa de estabilização na cidade de Boa Vista/RR, além de analisar a eficiência de monitoramento da ETE. A pesquisa avaliará o convívio das populações dos bairros Aracelis/São Bento próxima a ETE Boa Vista/RR e, mostrará que as ações de saneamento básico são

fundamentais para a saúde pública, identificará as principais doenças parasitárias causadas em consequência indireta pela presença da ETE como a dengue, a malária, febre tifoide, como também os problemas como maus odores, mosquitos, moscas e vazamentos. Este estudo justifica-se pela necessidade de se conhecer a realidade vivenciada pelos moradores e como essa realidade é interpretada por eles próprios.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa possui caráter exploratório, utilizando a pesquisa bibliográfica como procedimento técnico. A área de estudo compreende a ET tipo lagoa de estabilização localizada entre os bairros Profa. Aracelis Souto Maior e São Bento (Figura 1), na cidade de Boa Vista, capital do Estado de Roraima, situada na porção centro-oriental do Estado, na mesorregião do Norte de Roraima, nas coordenadas 02°49'12" de latitude norte e 60°40'19" de longitude oeste. Com uma área de 5.117,9 km², correspondente a 2,54%, possui uma população é de 320.714 habitantes (IBGE, 2015).



Figura 1: ETE lagoa de estabilização em Boa Vista – Boa Vista/RR.

O sistema de lagoas de estabilização foi construído em 1994, desativada em setembro de 2011 e reativado em 2015, com área útil de 45 ha e volume de 783.859 m³, com capacidade de tratar a vazão de 350 L/s, possibilitando a depuração dos esgotos por processos naturais com a ação de bactérias e algas e seus efluentes lançados no igarapé Grande e, posteriormente, no rio Branco. A ETE Boa Vista é composta por um complexo de quatro lagoas de estabilização: duas lagoas facultativas e duas de maturação, cujas características físicas estão sintetizadas 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 (m²)	141.729	117.915	110.208	114.918
Profundidade (m)	2,10	2,10	1,50	1,80
Comprimento (m)	856,32	856,32	856,32	856,32
Largura (m)	165,51	137,70	128,70	134,20

Fonte: CAER (2015).

A bacia da margem direita do Rio Branco possui atualmente a maior área de coleta de esgotos sanitários implantada na área urbana de Boa Vista, atendendo integralmente os bairros do município. Todo o esgoto coletado é encaminhado pelo sistema de afastamento implantado, até a ETE existente, localizada na margem

direita do Igarapé Grande. O sistema foi projetado para que, após o tratamento, o efluente seja lançado no Rio Branco, em ponto a jusante do distrito industrial.

A pesquisa foi distribuída em 3 etapas. A 1ª etapa consistiu na coleta de material para análise físico-química e bacteriológica. Na 2ª etapa, foi realizada em campo, com auxílio de um questionário qualitativo composto por 15 perguntas, que permitiram a averiguação do comportamento da população, e aplicado com 30 moradores dos bairros circundantes à lagoa, Profa. Aracelis Souto Maior e São Bento. Na 3ª etapa, passou-se para o tratamento dos dados obtidos, discussão dos resultados e conclusão do trabalho.

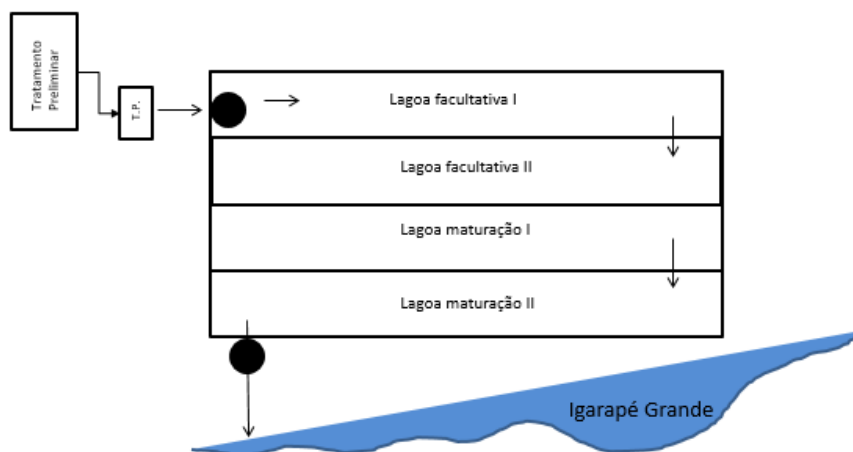


Figura 2: Pontos de coleta de efluente.

Os impactos ambientais e o monitoramento das lagoas foram analisados a partir da medida de variáveis físico-químicas e bacteriológicas, ou seja, de pH, DBO, DQO, coliformes termotolerantes e nitrogênio total, a partir da coleta de 12 amostras obtidas mensalmente, ao longo do ano de 2015, após ampliação do sistema, em dois pontos: a montante da lagoa facultativa I, na entrada do afluente, e a jusante da lagoa de maturação II, na saída de efluente para despejo no Igarapé Grande (Figura 2). Realizou-se a comparação dos dados com os parâmetros de literaturas para medir a eficiência do sistema.

RESULTADOS

Foram utilizados os valores médios, mínimos e máximos ao longo do ano de 2015 para comparação com valores de referência (Quadro 1). O pH apresentou uma pequena faixa de variação, de ácido a neutro, entre 7,08, no esgoto afluente à ETE, até 7,40, no efluente final no sistema de tratamento por meio de lagoas de estabilização. Geralmente o pH de um sistema de tratamento de esgoto deve apresentar um aumento ao longo dos reatores que compõem o sistema de tratamento, em virtude da influência do processo fotossintético das algas que, ao consumirem o dióxido de carbono (CO_2) dissolvido na massa líquida, dissociam o íon bicarbonato (HCO_3^-), liberam a hidroxila (OH^-) e aumentam o pH no meio (SILVA FILHO, 2014).

A liberação de maus odores, geralmente se relaciona com pH elevados, principalmente quando existe a presença de lagoas anaeróbias e/ou a falta de manutenção adequada do sistema, sendo que estes fatores na maioria das vezes são de simples correção. Na ETE Boa Vista/RR, não há presença de lagoa anaeróbia, logo não se identificou o ponto preciso de ocorrências de odores.

A temperatura variou de 28,42°C no esgoto afluente à ETE, até 29,33°C no efluente final na ETE Boa Vista/RR. Libânio (2005) explica que a temperatura tem influência nos processos químicos e biológico (LIBÂNIO, 2005). Jordão e Pessoa (2009) estabelecem que a faixa ótima está entre 25-35°C, sendo superior à das águas de abastecimentos (pela contribuição de despejo domésticos que tiveram as águas aquecidas). Abaixo de 15°C a digestão anaeróbia praticamente não se processa.

O valor médio da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) do esgoto bruto evidencia tratar-se de um esgoto com concentração classificado como forte na faixa de variação média entre 390,83 mg/l no esgoto afluente à

ETE, até 1.18,42 mg/l no efluente final. A eficiência total em termos de remoção de matéria orgânica foi de 69,70%. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) teve variação entre 793,07 mg/l no esgoto afluente à ETE, até 241,80 mg/l no efluente final, e 69,50% na eficiência do sistema. A relação DQO/DBO nos esgotos varia 1,7 e 2,5 e indica possível presença de efluentes industriais, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Valores médios de esgoto afluente/efluente da ETE Boa Vista/RR, no ano de 2015.

Tipo	Parâmetro	Valores de Referência	Valores da ETE Boa Vista			Eficiência (%)
			Máximo	Mínimo	Média	
Afluente	pH	6 - 8 Cherchinaro et al. (2007)	7,08	6,95	7,21	
Efluente		6,5 - 8,2 Speece (1996)	7,40	7,20	7,60	
Afluente	Temperatura (°C)	25-35°C Jordão e Pessoa (2009)	28,42	28,00	29,00	
Efluente			29,33	29,00	30,00	
Afluente	DBO (mg/l)	100 - 400 mg/l Jordão e Pessoa (2009)	390,83	369,00	414,23	69,70
Efluente			118,42	107,18	132,00	
Afluente	DQO (mg/l)	200 - 800 mg/l Jordão e Pessoa (2009)	793,07	712,39	889,15	69,50
Efluente			241,88	198,17	330,18	
Afluente	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	< 4.000 NMP/100 ml Conama 357 (2005)	8,07 E+07	6,30 E+07	9,90E+07	99,99
Efluente			4,67 E+03	3,50 E+03	5,50 E+03	
Afluente	Nitrogênio Total (mg/l)	30 - 50 mg/l Eficiência: 30-50% Von Sperling (2005)	35,85	32,18	39,80	29,70
Efluente			25,20	22,16		

Com relação à remoção de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*), obteve-se uma faixa de variação de $8,07 \times 10^7$ no esgoto afluente à ETE até $4,67 \times 10^7$ no efluente final, e com 99,99% na eficiência da ETE Boa Vista/RR. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 357/2005 delimita que, para a classe de águas doces 3, o número de CT não deve exceder NMP/100ml. Impactos ambientais com o elevado CT haverá um alto índice de doenças de veiculação hídrica, fator tempo/temperatura. A variação de nitrogênio total de 35,85 mg/l no esgoto afluente à ETE, até 25,20 mg/l no efluente final, mostrou eficiência para a redução do nitrogênio total foi de 29,70% na ETE Boa Vista/RR.

A partir do questionário aplicado em campo obteve-se que a maioria dos moradores (70%) possui baixo nível de escolaridade:

- 67% desconhecem a finalidade da ETE;
- Todos desconhecem a prática do reúso do efluente tratado, porém, 74% dos moradores afirma que reutilizaria a água tratada para atividades como lavagem de carro, criação de peixe, rega de gramas e jardins. A água só não seria utilizada para o consumo humano, pois a população não confia no processo de tratamento atualmente aplicado;
- 80% da população vizinha à ETE considera todo o seu entorno insalubre e relaciona parte das doenças à veiculação hídrica e geohelmintoses oriundas da ETE.
- 80% não sente segurança quanto ao vazamento de esgoto no período chuvoso, onde a ETE atinge sua lâmina máxima, transbordando e, segundo os moradores, causando mau cheiro, além de ser o período de aumento da presença de insetos;
- 90% da população descreve que a ETE é “cheio de mato ao redor”, jogam lixo nos entornos e dentro das lagoas;
- 90% dos entrevistados afirmam que há uma grande rejeição na venda de terrenos em torno da ETE.

CONCLUSÕES

O sistema de lagoa de estabilização, apesar de ser de grande importância para a população em geral e melhorar as suas condições sanitárias, apresenta uma grande quantidade de impactos: ambiental, socioeconômico e de saúde pública decorrentes da presença de ETE por meio de lagoas de estabilização, sendo necessária a adoção de medidas mitigadoras cabíveis para a consecutiva minimização dos mesmos. O compartimento mais afetado pelos impactos ambientais negativos corresponde ao meio físico, “solo, água e ar”, tais como, vazamentos do esgoto no solo, crescimento de vegetação ao redor das lagoas, mau odor, assoreamento do igarapé Grande e poluição hídrica.

O ideal é que a ETE Boa Vista fosse localizada fora do perímetro urbano, no entanto, como isto não é possível, são feitas proposições pertinentes para que o sistema de esgotamento sanitário da cidade tenha o seu funcionamento e operação otimizados e, conseqüentemente, reduzindo os impactos negativos. Por exemplo:

- Para o controle e melhoria estética da ETE Boa Vista, é indicada a limpeza periódica da vegetação terrestre e aquática entorno das lagoas, além de melhorias na manutenção das adjacências do sistema.
- Quanto à liberação de maus odores, uma boa alternativa corresponde à implantação de barreiras verdes aromáticas, como o eucalipto que também corresponde a uma espécie de rápido crescimento.
- Realizar estudos detalhados dos dados obtidos por meio de monitoramento, verificando as deficiências do tratamento, procurando corrigir as mesmas.
- Controlar o acesso na área das lagoas de estabilização, além da guarita e vigilância do local, o muro deve passar por reforma, sendo fechados os “buracos” que permitem o acesso da população, que descartam lixo na ETE.

Quanto aos impactos socioeconômicos tem-se a desvalorização dos imóveis dos bairros Profa. Araceli Souto Maior e São Bento, onde a população encontra dificuldades com vendas de casas e terrenos. A partir da análise dos parâmetros físico-químico e bacteriológicos, como pH, temperatura, DBO, DQO, coliformes termotolerantes e nitrogênio total, conclui-se que a ETE Boa Vista possui valores aceitáveis aos recomendados na literatura e que sua funcionalidade e eficiência é viável para o município, porém o ideal seria que sua localização fosse fora do perímetro urbano de Boa Vista.

Por fim, espera-se que os dados obtidos e discutidos neste trabalho sirvam como subsídio para órgãos públicos quando de uma nova construção e locação de Estações de Tratamento de Esgoto por meio de lagoas de estabilização no município de Boa Vista/RR, como também municípios vizinhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHERNICHARO, C. et al. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Reatores anaeróbios**. 1.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 246 p.
2. COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DE RORAIMA (CAER). **Estação de Tratamento de Esgoto - ETE**. 2015. Acesso em 25 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.caer.com.br/static/ete.jsp>>.
3. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 13 jun. 2018.
4. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2015**. 2015. Acesso em: 22. abr. 2016. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2015/default_xls.shtm>.
5. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005. 932 p.
6. LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 4.ed. Campinas: Átomo, 2005. 444 p.
7. PALUDO, E. et al. Estudo da qualidade da água em dois municípios na região central, sul do Brasil. **Revista destaques acadêmicos**, [S.l.], v. 4, n. 4, p. 51-57. out./dez. 2012.
8. SILVA FILHO, P. A. **Sistemas de escoamento superficial como alternativa de pós-tratamento de efluentes para pequenas localidades tendo a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L.mill) como vegetação suporte**. 2014. 224 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil com ênfase em Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

9. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. 2005. 452 p.
10. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Nitrate and nitrite in drinking-water - Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality 1989**. 1989. Disponível em <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratenitrite2ndadd.pdf>. Acesso em 22 jan. 2018.