



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL



ÁLISSON ALBERTO PINTO TÔRRES

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA LAGOA DE
ESTABILIZAÇÃO NO BAIRRO VILA NOVA II, NA CIDADE DE
CAJAZEIRAS/PB**

Cajazeiras-PB, 2020

ÁLISSON ALBERTO PINTO TÔRRES

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA
LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO NO BAIRRO VILA NOVA II, NA
CIDADE DE CAJAZEIRAS/PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação da Prof. Cinthya Santos da Silva.

Cajazeiras-PB, 2020

IFPB – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) – Thiago Cabral CRB15 - 628

Y693a

TÔRRES, Álisson Alberto Pinto

Avaliação de impactos ambientais causados pela lagoa de estabilização no bairro
Vila Nova II, na cidade de Cajazeiras – PB. Álisson Alberto Pinto Tôrres – Cajazeiras, 2020 26f.

TCC (PDF)

Orientadora: Cinthya Santos da Silva

1. Impactos Ambientais. 2. Lagoa de Estabilização. 3. *Checklist* 4. I. Álisson Alberto Pinto
Tôrres. II. Título

CDU: 628.35(043.2)

ÁLISSON ALBERTO PINTO TÔRRES

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO NO BAIRRO VILA NOVA II, NA CIDADE DE CAJAZEIRAS/PB

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 02 de dezembro de 2020

BANCA EXAMINADORA



Cinthya Santos da Silva – IFPB – *Campus* Cajazeiras
Orientador



Robson dos Santos Arruda – IFPB – *Campus* Cajazeiras
Examinador 1



Cinthia Maria de Abreu Claudino – UFPB
Examinador 2

DEDICATÓRIA

A minha família, em especial a minha mãe, Maria do Socorro Pinto Tôres e a meu pai, Carlos Alberto Tôres Silva, por total apoio, sem medir esforços para me ajudar e pela educação que me proporcionaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pela oportunidade de vida, e por me proporcionar a realização de um sonho, além de nunca ter me desamparado em momentos difíceis durante a minha vida.

Aos meus familiares que participaram da trajetória, Maria do Socorro e Carlos Alberto, Carla Maria e Anderson Tôrres, Edilene Tôrres, Pedro Dias, sendo pais, irmãos, tia e primo respectivamente, minha eterna gratidão. Vocês foram essenciais desde a minha formação enquanto pessoa até minha formação enquanto profissional.

Aos meus avós paternos, Antônio Viterbino (*in memoriam*) e Creusa Tôrres, aos meus avós maternos, Antônio Salú e Maria Augusta, e a minha avó de consideração, Dona Zulmira, por todo amor e momentos magníficos proporcionados durante minha vida.

A minha sobrinha Ana Luíza, por me proporcionar um amor inigualável e na sua pureza me fazer enxergar o mundo de uma forma melhor.

Ao Instituto Federal da Paraíba, IFPB, *Campus* Cajazeiras pela oportunidade de realização de trabalhos na área de pesquisa e por me acolher durante 10 anos, desde o ensino médio ao superior.

Ao amigo Carlos Celso, por ser um dos pioneiros na elaboração da ideia de trabalho e me fornecer dados importantes durante toda pesquisa.

Aos amigos de jornada e futuros companheiros de profissão, que compartilharam dores e alegrias ao longo dos anos, Alan Cabral, Andreza Leite, Carlos Henrique, Claro Alvino, Erismá Lacerda, João Freitas Filho, Maxwell Onajart, Rondinelly Pinheiro, Samara Milene, Thiago Gonçalves, Tiere Simão e Wandenúzia Oliveira, sendo essenciais em toda trajetória.

A minha namorada, Ranna Antônia, por ter ajudado em todas as circunstâncias, me incentivando e me motivando em momentos cruciais da trajetória acadêmica e de vida, dando suporte físico e psicológico, sendo primordial para meu desempenho.

Aos meus amigos pessoais, Airton Medeiros, Alison Silva, Fernando Silva, Gilvânio Vicente, Hugo Sobral, Igor Silva, Jair Dias, Jefferson Ribeiro, Sandro Ferraz, Stefferson Bruno e Thiago Manoel por darem total apoio e incentivo durante toda trajetória acadêmica e pessoal, sendo importantes de forma direta.

A minha professora, Cinthya Santos da Silva, no papel de orientadora, por me apoiar na trajetória acadêmica e estar sempre disposta a contribuir com conhecimentos, uma excelente profissional e um ser humano de luz.

RESUMO

O sistema de lagoa estabilização constitui uma forma simples para o tratamento dos esgotos, devido sua fácil implantação e baixo custo de operação, em comparação com outros sistemas de tratamento. No entanto, é necessária a avaliação dos impactos ambientais originados devido a existência da mesma, para que medidas mitigadoras, ou compensatórias, possam ser previstas para minimização de possíveis impactos negativos. Portanto, escolheu-se para realização desse estudo, a lagoa de estabilização no bairro Vila Nova II da cidade de Cajazeiras/PB. Para isso foi aplicado um *checklist*, onde foram elencadas algumas atividades geradoras de impacto sobre o meio antrópico e físico, e sua categorização por meio de atributos selecionados. Verificou-se uma série de problemas decorrentes da operação da lagoa facultativa, como maus odores, possível contaminação de corpos aquáticos superficiais e subterrâneos, além de contaminação do ar e do solo e a proliferação de mosquitos, bem como manutenção e operação com falhas. Dos impactos gerados, 73% foram classificados como negativos e 27% como positivos, logo, se mostra necessária a adoção de medidas de mitigação de emergência para redução dos impactos causados pela operação da lagoa no bairro.

Palavras-Chave: Impactos ambientais; Lagoa de estabilização; *Checklist*.

ABSTRACT

The stabilization pond system is a simple way to treat sewage, due to its easy implementation and low operating cost, in comparison with other treatment systems. However, it is necessary to assess the environmental impacts caused by its existence, so that mitigating or compensatory measures can be foreseen to minimize possible negative impacts. Therefore, the stabilization pond in the Vila Nova II neighborhood of the city of Cajazeiras / PB was chosen for this study. For this, a checklist was applied, listing some activities that generate an impact on the anthropic and physical environment, and their categorization through selected attributes. There were a number of problems arising from the operation of the optional pond, such as bad odors, possible contamination of surface and underground aquatic bodies, in addition to air and soil contamination and the proliferation of mosquitoes, as well as maintenance and failed operation. Of the impacts generated, 73% were classified as negative and 27% as positive, so it is necessary to adopt emergency mitigation measures to reduce the impacts caused by the operation of the lagoon in the neighborhood.

Keywords: *Environmental impacts; Stabilization pond; Checklist*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processos Biológicos.....	16
Figura 2 – Localização da cidade de Cajazeiras na Paraíba	17
Figura 3 – Lagoa de Estabilização.....	17
Figura 4 – Quantificação dos impactos por sistema	21
Figura 5 – Percentual dos impactos em relação ao atributo caráter	21
Figura 6 – Entrada e saída de efluente e acúmulo de algas	22
Figura 7 – Acúmulo de algas	23
Figura 8 – Presença de vegetação no talude	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3 MÉTODO DA PESQUISA	17
4 RESULTADOS DA PESQUISA	20
5 CONCLUSÃO.....	26
6 REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O saneamento é entendido como direito humano fundamental e, portanto, como serviço público que deve ter alcance universal (BRASIL, 2009). O Brasil, por meio dos governos atuantes, elaborou o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), fundamentado com base na Lei Federal nº 11.445 (BRASIL, 2007). O objetivo do PLANSAB é universalizar os serviços de saneamento e abastecimento de água, tendo como previsão, em um dos cenários levantados pelo plano, um investimento da ordem de R\$357 bilhões no período entre 2019-2033 (PLANSAB, 2019). Entretanto, todo e qualquer investimento na execução de obras de saneamento, ainda que benéficas, podem causar impactos em diferentes âmbitos da sociedade, a exemplo de ambientais, sociais e econômicos (SILVA FILHO; COSTA; SILVA, 2019).

Uma das metas do PLANSAB trata da cobertura do sistema de tratamento dos esgotos coletados, onde é previsto um alcance de 93% para o Brasil no ano de 2033 (PLANSAB, 2019). Para tanto, a implantação e adequação de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) são atividades necessárias, e que não devem ser dissociadas da análise dos impactos positivos e negativos oriundos da tecnologia de tratamento adotada.

Na região Nordeste as lagoas de estabilização são frequentemente utilizadas para tratamento de esgoto doméstico e industrial, tendo como principal objetivo a remoção de matéria orgânica (SABESP, 2009). Muitas vezes, porém, a lagoa está localizada em área urbanizada, e a análise da sua influência no entorno, durante sua operação, é superficial e/ou inexistente.

Apesar das inúmeras vantagens apresentadas pelos sistemas de lagoas de estabilização, como baixo custo, consumo energético nulo, simples de ser construída e operada, não necessitando de componentes importados, tendo elevada estabilização da matéria orgânica, ainda sim, existem impactos negativos oriundos das suas fases de implantação, manutenção e operação (MENDONÇA; MENDONÇA, 2018). O odor, a desvalorização econômica de imóveis e o lançamento de efluentes nos corpos d'água, são alguns dos exemplos de impactos negativos que as ETEs podem provocar no ambiente físico e socioeconômico (SILVA, 2007).

Quando construídas próximas das áreas urbanizadas, podem ser observadas, ainda, repercussões da sua operação nas comunidades vizinhas, tanto de forma positiva, quanto negativa; a exemplo da propagação de maus odores, um dos principais motivos das reclamações das ETEs, e que está diretamente relacionado com a qualidade de vida dos moradores próximos, uma vez que os gases odorantes - oriundos de misturas complexas de moléculas com enxofre,

nitrogenadas, fenóis, aldeídos, álcoois e ácidos orgânicos (BELLI FILHO et al., 2001) - podem levar a estresses psicológicos, perda de apetite, insônias, entre outros fatores (BRENNAN, 1993).

Na cidade de Cajazeiras, interior do Estado da Paraíba, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), usa um sistema de tratamento composto por uma lagoa facultativa, precedida de tratamento preliminar. Esta, porém, está localizada em área próxima da zona urbana da cidade.

Portanto, diante do exposto, o bairro Vila Nova II da cidade de Cajazeiras/PB foi escolhido como objeto de estudo para realização desse trabalho, com o objetivo de identificar os impactos na ênfase ambiental causados pela existência da lagoa facultativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em uma estação de tratamento de esgoto, quanto mais anaeróbio for o processo de tratamento, mais compostos odorantes serão formados (SILVA, 2007). E apesar da suma importância de um sistema de tratamento de esgotos, por meio de lagoa de estabilização ou, por lodo ativados ou tratamento anaeróbios, com o objetivo de melhorar as condições sanitárias da população, problemas associados à existência dos sistemas são comuns (SILVA, 2007). Não devendo ser negligenciados a significância dos impactos gerados, como ambientais, socioeconômicos e de saúde pública, devido à presença da ETE, na região onde ela está inserida.

Para as lagoas de estabilização a necessidade de grandes terrenos, é uma das maiores desvantagens existentes, quando da sua implantação, não apenas pelo valor financeiro, mas pela disponibilidade do mesmo (MENDONÇA; MENDONÇA, 2018).

Por outro lado, o sistema de tratamento de esgotos com lodos ativados ou lagoas aeradas, baseado numa sequência de processos bioquímicos para a separação dos sólidos suspensos e eliminação de elementos patogênicos, tem entre suas desvantagens o alto custo de implantação e operação, com alta taxa de consumo energético, além da necessidade de operadores especializados e de componentes importados (MENDONÇA, MENDONÇA, 2018).

Demonstra-se na tabela 1 o consumo de energia anual para vários tipos de tratamento:

Tabela 1 - Consumo de energia em processos distintos de tratamento

Processo de tratamento	Consumo de energia (kWh/ano)
Lodos ativados	1.000.000
Lagoas aeradas	800.000
Lagoas de estabilização	zero

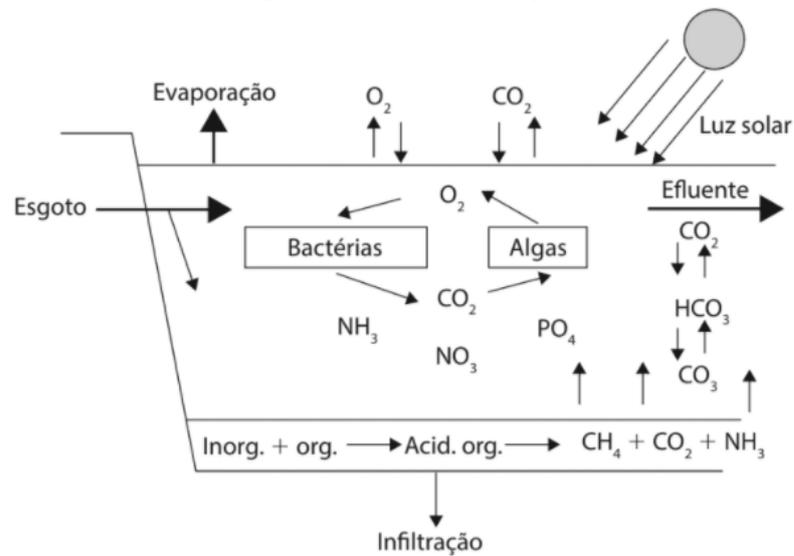
Fonte: Adaptada de Mendonça (2018)

Caracteriza-se o consumo energético nulo em lagoas de estabilização, sendo uma vantagem em relação ao tipo aeradas e lodos ativados, além do baixo custo e a simplicidade de serem construídas e operadas.

Entre os tipos de lagoas de estabilização utilizadas no tratamento de efluentes, encontra-se a alternativa da lagoa facultativa, esta funciona, em seu maior tempo, por meio da ação de algas e bactérias com influência da luz solar e da fotossíntese, como demonstra a Figura 1. As lagoas facultativas se caracterizam por possuir uma zona aeróbia superior e uma zona anaeróbia no fundo. A camada intermediária entre essas duas zonas é a facultativa, na qual predominam os processos de oxidação aeróbia e fotossintética. Estas lagoas são de dois tipos: lagoas

facultativas primárias, que recebem esgoto bruto (após gradeamento e remoção de areia), e lagoas facultativas secundárias, que recebem os efluentes da fase primária (geralmente os efluentes das lagoas anaeróbias) (JORDÃO e PESSOA, 2014).

Figura 1 – Processos Biológicos



Fonte: Mendonça (2018)

Segundo Lins (2010), para a implantação de uma lagoa de estabilização devem ser levadas em consideração as características do terreno, localização do lençol freático, taxa de percolação, e características do solo para se evitar a contaminação. Um dos principais aspectos ambientais a ser considerado é a questão da proliferação de insetos, principalmente de mosquitos em áreas de doenças endêmicas como dengue, febre amarela e malária. Para que isso não ocorra, é importante que não haja vegetação muito perto da lagoa (LA ROVERE, 2002).

3 MÉTODO DA PESQUISA

Neste trabalho a área de estudo compreende a ETE (Figura 2), tipo lagoa facultativa, que possui 5,4 hectares de área superficial e 1,5 metros de profundidade, localizada a leste no bairro Vila Nova II, na cidade de Cajazeiras, interior do estado da Paraíba. A cidade de Cajazeiras-PB possui aproximadamente 566 km² e população de 61 993 habitantes, sendo o sétimo município mais populoso do estado (IBGE, 2010).

Figura 2 – Localização da cidade de Cajazeiras na Paraíba



Fonte: Adaptada do Laboratório de Geomorfologia da UFRN, *Campus Caicó* (2019)

Figura 3 – Lagoa de Estabilização



Fonte: Adaptada do Google Earth (2020)

Diante da problemática em foco, a pesquisa se deu mediante visita a localidade (ETE – Cajazeiras), onde através de registros fotográficos e observações *in loco*, pôde-se analisar alguns dos impactos causados pela operação da lagoa no Bairro Vila Nova – Cajazeiras/PB.

Foram analisados os impactos sobre a paisagem, o preço do m² do bairro, a qualidade do ar, a oferta de serviços de saneamento e a geração de empregos, devido funcionamento da ETE.

Após análise das informações coletadas, pretendeu-se apontar a existência, ou não, de fatores que contribuam para a depreciação do meio físico, espaço que acomoda todos os outros meios, sustentando e dando condições para desenvolvimento de outros meios (solo, água, ar), e antrópico, tudo aquilo que resulta de ação humana, modificado pelo ser humano e, as possíveis ações mitigadoras para os impactos gerados pela Lagoa de Estabilização de Cajazeiras no Bairro Vila Nova II.

Esta análise se deu por meio de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), sendo utilizado o método *checklist*, uma forma simples e de fácil interpretação. Esse método consiste na identificação, predição e avaliação dos impactos através de uma relação qualitativa de fatores e parâmetros ambientais que servem como referência.

A avaliação dos impactos ambientais foi feita apenas para a fase de operação, por meio dos atributos apresentados no quadro 1, tendo como adaptação da AIA do PROEMA para a Prefeitura de São Luís – MA.

Quadro 1 – Atributos utilizados no *checklist*

ATRIBUTOS	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	SÍMBOLO
CÁRATER Expressa a alteração ou modificação gerada por uma ação do empreendimento sobre um dado componente ou fator ambiental por ela afetado.	BENÉFICO Quando o efeito gerado for positivo para o fator ambiental considerado. ADVERSO Quando o efeito gerado for negativo para o fator ambiental considerado.	+ -
MAGNITUDE Expressa a extensão do impacto, na medida em que se atribui uma valoração gradual às modificações que as intervenções poderão produzir num dado	PEQUENA Quando a variação no valor dos indicadores for inexpressiva e não altere o fator ambiental considerado. MÉDIA Quando a variação no valor dos indicadores for expressiva, porém sem alcance para descaracterizar o fator ambiental considerado.	MP MM

componente ou fator ambiental por ela afetado.	<p>GRANDE Quando a variações no valor dos indicadores for de tal ordem que possa levar à descaracterização do fator ambiental considerado.</p>	MG
<p>REVERSIBILIDADE</p> <p>Delimita a reversibilidade do impacto ambiental em consequência da ação que o gerou.</p>	<p>REVERSÍVEL Quando cessada a ação que o gerou a alteração, o meio afetado retornará ao seu estado primitivo.</p> <p>IRREVERSÍVEL Quando cessada a ação que o gerou a alteração, o meio afetado não retornará ao seu estado primitivo.</p>	RR RI
<p>ORDEM</p> <p>Estabelece o grau de relação entre a ação impactante e o impacto gerado ao meio ambiente.</p>	<p>DIRETA Resulta de uma simples relação de causa e efeito, também denominado impacto primário ou de primeira ordem.</p> <p>INDIRETA Quando gera uma reação secundária em relação à ação ou, quando é parte de uma cadeia de reações também denominada de impacto secundário ou de enésima ordem, de acordo com a situação na cadeia de reações.</p>	OD OI
<p>IMPORTÂNCIA</p> <p>Estabelece a significância ou o quanto cada impacto é importante na sua relação de interferência com o meio ambiente, e quando comparado a outros impactos.</p>	<p>NÃO SIGNIFICATIVA A intensidade da interferência do impacto sobre o meio ambiente e em relação aos demais impactos não implica em alteração da qualidade de vida.</p> <p>MODERADA A intensidade do impacto sobre o meio ambiente em relação aos outros impactos, assume dimensões recuperáveis, quando adverso, para a queda da qualidade de vida, ou assume melhoria da qualidade de vida.</p> <p>SIGNIFICATIVA A intensidade da interferência do impacto sobre o meio ambiente e junto aos demais impactos acarreta, como resposta, perda da qualidade de vida, quando adverso, ou ganho, quando benéfico.</p>	IN IM IS

Fonte: Adaptada de Proema Prefeitura de São Luís -MA (2013)

4 RESULTADOS DA PESQUISA

a. Análise de atributos

No Quadro 2 pode-se verificar os efeitos prognosticados devido a operação da lagoa de estabilização, a caracterização dos impactos nos sistemas ambientais, bem como a avaliação dos mesmos de acordo com os atributos do Quadro 1.

Quadro 2 – Checklist dos Impactos Ambientais

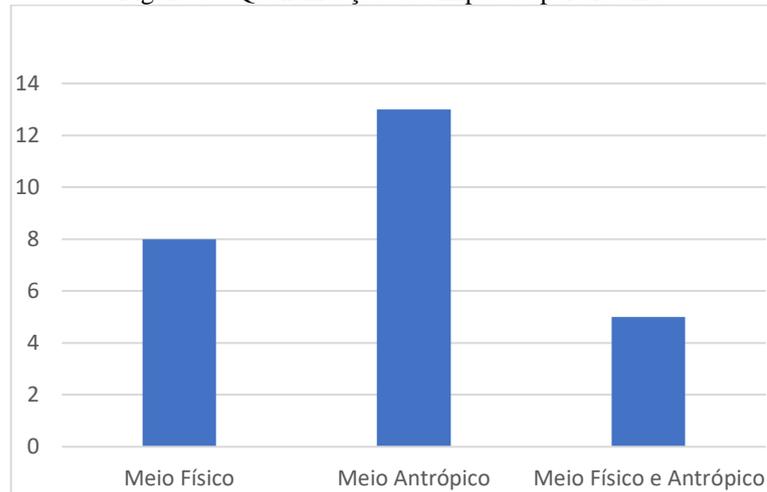
Efeitos Prognosticados	Sistema Ambiental Impactado		Caracterização do Impacto Meio Físico					Caracterização do Impacto Meio Antrópico				
	Físico	Antrópico	C	M	R	O	I	C	M	R	O	I
Contaminação do Ar	X	X	-	MP	RR	OD	IS	-	MP	RR	OI	IS
Contaminação do Solo	X	X	-	MM	RI	OD	IS	-	MM	RR	OI	IS
Proliferação de Mosquitos	X	X	-	MP	RR	OD	IM	-	MP	RR	OI	IM
Maus odores		X						-	MM	RR	OI	IS
Geração de empregos		X						+	MG	RR	OD	IS
Riscos de acidentes com os moradores		X						-	MP	RR	OD	IS
Riscos de quedas de animais	X		-	MM	RR	OD	IS					
Qualificação Profissional		X						+	MG	RI	OD	IS
Riscos de contaminação de lençol freáticos	X	X	-	MM	RR	OD	IS	-	MM	RR	OI	IS
Riscos de contaminação de corpos aquáticos superficiais	X	X	-	MM	RR	OD	IS	-	MM	RR	OI	IS
Melhoria da qualidade de vida		X						+	MM	RR	OD	IM
Valorização dos imóveis de região do entorno		X						-	MM	RR	OI	IM
Geração de efluentes líquidos	X		-	MG	RR	OD	IS					
Modificação da paisagem		X						-	MM	RR	OI	IS
Geração de resíduos sólidos	X		+	MG	RI	OD	IS					
Danos à saúde dos operadores		X						-	MG	RI	OD	IS

Legenda: C – Caráter; M – Magnitude; R – Reversibilidade; O – Ordem; I – Importância.

Fonte: Adaptada de Proema Prefeitura São Luís – MA (2013)

Foram identificados 8 impactos exclusivamente sobre o meio físico, 13 sobre o meio antrópico e 5 que impactam de forma direta sobre o meio físico, mas geram impactos secundários no meio antrópico (Figura 3), a exemplo da contaminação do lençol freático que atinge o solo e a água, além da saúde humana, que pode utilizar a água para consumo próprio.

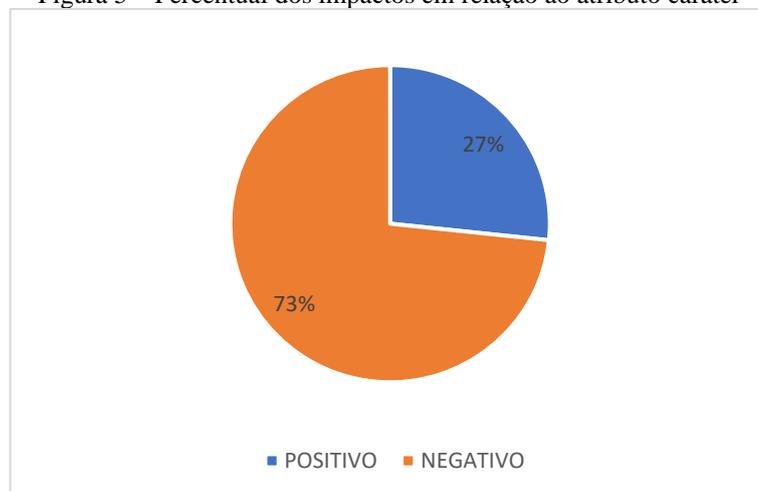
Figura 4 – Quantificação dos impactos por sistema



Fonte: Autoria Própria (2020)

Sabe-se ainda, que com relação ao atributo caráter, 73% dos impactos gerados são negativos, destacando-se a contaminação de corpos aquáticos superficiais e subterrâneos, além de maus odores, contaminação do ar e do solo, proliferação de mosquitos. O meio físico foi impactado de forma direta e o meio antrópico de forma indireta, principalmente através dos surgimentos de riscos à saúde humana. Por outro lado, 27% são positivos, como a geração de empregos, a destinação adequada dos resíduos sólidos e a melhoria da qualidade de vida da população (Figura 4).

Figura 5 – Percentual dos impactos em relação ao atributo caráter

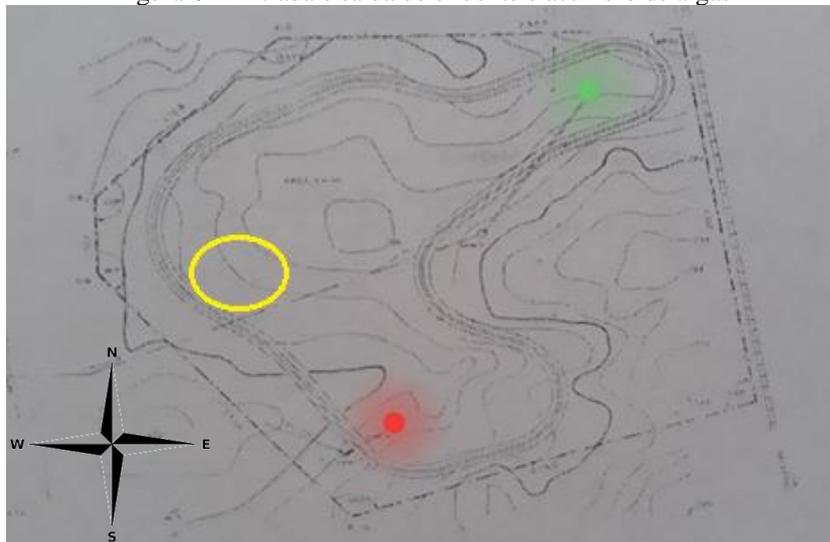


Fonte: Autoria Própria (2020)

Dentre os impactos negativos do tratamento de esgotos, a propagação de maus odores, é um dos principais motivos das reclamações das ETEs, que geralmente está relacionada 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 seriam de simples correção (SILVA FILHO; COSTA; SILVA, 2019).

Na ETE Cajazeiras/PB, há apenas presença de lagoa facultativa com formato pouco usual, onde podem ser identificados possíveis pontos de ocorrência de odores na formação de zonas mortas localizadas próxima a margem, destacados na Figura 5.

Figura 6 – Entrada e saída de efluente e acúmulo de algas



Fonte: Adaptada da CAGEPA (2018)

Como a direção dos ventos predominante em Cajazeiras é no sentido sudeste e o formato da lagoa é irregular, é favorecido o acúmulo de algas em uma pequena extensão como é demonstrado na marcação em amarelo na Figura 6. Com o tempo essa concentração de algas aumenta até atingir a saturação, como não há remoção de imediato, as algas mais velhas morrem e uma crosta de lodo vai se formar na superfície (Figura 7), impedindo a troca de oxigênio entre o ar e o meio líquido, instalando-se assim o processo anaeróbico com geração de mau odor.

Figura 7 – Acúmulo de algas



Fonte: Aatoria Própria (2020)

Foi observada também a presença de plantas no talude interno da lagoa (Figura 7), prática não recomendada, por favorecer o crescimento de mosquitos e outros insetos causadores de doenças como febre amarela, dengue e malária, conforme referenciado neste trabalho.

Figura 8 – Presença de vegetação no talude



Fonte: Aatoria Própria (2020)

Com relação ao tubo instalado no meio da Lagoa de Estabilização (Figuras 6 e 7), sua existência também favorece a formação de uma extensa zona morta ou de estagnação, pois a parte inferior do tubo fica submersa impedindo a passagem do sobrenadante em direção ao vertedouro de saída.

Outra problemática observada é a proximidade das residências em relação a Lagoa, ficando a uma distância aproximada de 90m, além do acesso à mesma ser bastante fácil, pois está apenas cercada por estacas de concreto com arame farpado, ainda sim, deteriorado em parte, ficando uma abertura que possibilita a entrada de qualquer pessoa ou animal.

Quanto a desvalorização dos imóveis de região do entorno, não verificou-se depreciação, exceto as residências já existentes ao lado da lagoa, segundo informações fornecidas por imobiliárias da cidade, pois o Loteamento Jardim América, situado à 250m da lagoa de estabilização tem terrenos com faixas de preço entre R\$200,00 a R\$250,00 por metro quadrado, valor equivalente ao Loteamento Luar Campos Universitário (bairro popular), localizado na zona norte de Cajazeiras-PB, que tem terrenos com faixas de preço de R\$150,00 a R\$250,00 o metro quadrado.

b. Medidas corretivas e mitigadoras

Segundo a NTS 230 da SABESP (2009), as lagoas de estabilização devem ser construídas afastadas das áreas urbanizadas e urbanizáveis conforme planos diretores locais e, distanciadas das residências em pelo menos 400 m, tomando-se o cuidado de o vento não soprar no sentido lagoa-comunidade na maior parte do tempo, e que seja transversal ao sentido do escoamento do efluente. O formato deve ser de preferência retangular com o lado maior coincidindo com a direção do fluxo do esgoto e evitar a formação de áreas sem circulação (áreas mortas).

Logo, atenta-se que existiu um planejamento inadequado por parte da Prefeitura Municipal de Cajazeiras na liberação de residências nas redondezas da lagoa, nos anos posteriores a sua implantação e que, mesmo que o vento não flua a maior parte do tempo no sentido das residências, o acúmulo de algas e conseqüentemente uma zona morta, devido a forma irregular da lagoa, causa a propagação de mau odor.

Desconsiderando a hipótese de retirada da lagoa do local onde hoje se encontra, esta problemática poderia ser minimizada através de rotinas de manutenção mais eficientes. Uma manutenção com maior acuidade poderia resultar no melhoramento de todo o processo, evitando inclusive o mau odor caso haja uma rápida remoção do sobrenadante.

É sugerido assim, um melhor acompanhamento, inclusive com a capacitação necessária dos operadores. A utilização de uma lista de itens é um instrumento importante para o operador programar suas atividades, inclusive a maior parte dos itens são de observações visuais ou de pequena manutenção. Todos os funcionários devem, ainda, ser instruídos a resolver quaisquer acidentes imediatamente, especialmente com relação ao processo do tratamento de esgoto.

Uma outra solução corretiva de maior impacto e mais onerosa seria correção do formato da Lagoa de Estabilização e realocação do tubo que atravessa a mesma.

Apesar dos problemas citados, segundo informações da concessionária responsável pela sua operação, a lagoa de estabilização de Cajazeiras-PB possui um funcionamento eficiente, buscando garantir atender parte da população. Com uma vazão diária média de 25 L/s, provenientes de aproximadamente 2.760 ligações de esgoto existentes, o efluente tratado é despejado no Rio Catolé. Embora seja uma proporção muito menor que a de abastecimento de água com 23 mil ligações, representando apenas 12% deste total, não se pode negar a importância da sua existência, mesmo diante dos possíveis impactos negativos a ela associados.

5 CONCLUSÃO

As lagoas de estabilização, embora sejam de grande importância para a melhoria do estado sanitário da população, geram um grande número de impactos negativos no meio ambiente, o que torna necessária a tomada de medidas mitigatórias adequadas de forma a minimizá-los posteriormente. Alguns dos sistemas afetados negativamente pela sua operação são os meios físico e antrópico, além do biológico, sendo o último não abordado neste trabalho devido à ausência de dados fornecidos pela CAGEPA em virtude da pandemia do COVID-19.

Todos os impactos foram observados durante a fase de operação, e mostraram a necessidade do departamento técnico de gestão, de realizar pesquisas de rotina sobre a aplicação das medidas mitigadoras.

Apesar dos reflexos negativos, é nítida a oportunidade de melhoria social com geração de emprego e renda devido a existência da lagoa, além da oferta do serviço de saneamento, essencial para a manutenção da qualidade de vida.

Embora subjetivo, os principais efeitos positivos e negativos, oriundos de algumas das suas atividades, puderam ser identificados de forma rápida e econômica por meio do *checklist*.

Por fim, conclui-se que a ferramenta *checklist* pode ser aplicada de forma concisa, organizada e compreensiva, adequando como prioridade os impactos mais relevantes, além de instigar a avaliação das consequências, mesmo que de forma limitada.

6 REFERÊNCIAS

AMBIENTAL E SANITÁRIA, Natal – RN. p.1-7. Disponível em:

<http://abes.locaweb.com.br/XP/XP->

[EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletoPDF/I-041.pdf](http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletoPDF/I-041.pdf). Acesso em: 06 de nov. 2020.

BELLI FILHO, Paulo, CASTILHOS JUNIOR, Armando Borges de. COSTA, Rejane. SOARES, Sebastião Roberto. PERDOMO, Carlos. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.166-170, abr. 2001. FapUNIFESP. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662001000100032>.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em: 05 fev. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico – **PLANSAB** - Subsídios para a definição do Projeto Estratégico de elaboração do **PLANSAB**, 2019. Disponível em: http://www.agersa.ba.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/Versaoatualizada07mar2019_consultapublica.pdf. Acesso em: 06 de nov. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico** / coord. Berenice de Souza Cordeiro. – Brasília: Editora, 2009. 239p. (Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos.; v.1)

BRENNAN, B. Odour nuisance. *Water and Wast Treatment*, **36**, 30-33.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO- **SABESP. NTS230**: Lagos de estabilização e seu tratamento complementar para esgoto sanitário – Procedimento. Sabesp, 2009. 30 p. Disponível em: <https://www3.sabesp.com.br/normastecnicas/nts/nts230.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (**IBGE**). Censo Brasileiro de 2010 Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>. Acesso em: 05 fev. 2020.

JORDAO, Eduardo Pacheco; PESSOA, Constantino Arruda. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7a edição. Rio de Janeiro: ABES, 2014. v. 1. 1113p.

LA ROVERE, Emilio Lebre; D'AVIGOGNON, Alexandre; Carla Valdetaro; KLIGERMAN, Débora Cynamon; SILVA, Heliana Vilela de Oliveira; BARATA, Martha Macedo de Lima; MALHEIROS, Telma Maria Marques. **Manual de Auditoria Ambiental para Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro. Qualitymark. 145p. 2002.

LINS, Gustavo Aveiro. **Avaliação de impactos ambientais em estações de tratamento de esgotos (ETE)**. Rio de Janeiro, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MENDONÇA, Sérgio Rolim; MENDONÇA, Luciana Coelho. Lagoa de Estabilização; **Sistemas sustentáveis de esgotos**. 2. ed. [s. L.]: Blucher, 2018. Cap. 7. p. 221-268. Disponível em:
<https://books.google.com.br/books?id=GS1dDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Mendon%C3%A7a,+S%C3%A9rgio+Rolim%22&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjR7Mbq08LoAhU0IbkGHXr7DH4Q6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 17 de fev. 2020.

SILVA FILHO, Pedro Alves; COSTA, Márcia Severino; SILVA, Fabrício Leocádio; **Caracterização qualitativa de impacto social, ambiental e de saúde pública da lagoa de estabilização em Boa Vista – RR**. In: 30º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA

SILVA, Alcione Batista. **Avaliação da produção de odor na estação de tratamento de esgoto Paranoá e seus problemas associados**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 111p. Disponível em:
https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2290/1/2007_AlcioneBatistadaSilva.pdf. Acesso em: 30 de mar. 2020.