



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI
PRO-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL
SUSTENTÁVEL**

CÍCERO GOMES OLIVEIRA

**ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ATIVIDADES DE
ALTO POTENCIAL POLUIDOR DEGRADADOR: UMA ANÁLISE DO
ATENDIMENTO A CONDICIONANTES LEGAIS**

**CRATO
2023**

CÍCERO GOMES OLIVEIRA

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ATIVIDADES DE
ALTO POTENCIAL POLUIDOR DEGRADADOR: UMA ANÁLISE DO
ATENDIMENTO A CONDICIONANTES LEGAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER), da
Universidade Federal do Cariri, como requisito para
conclusão do Mestrado em Desenvolvimento Regional
Sustentável.

Orientadora: Maria Gorethe de Sousa Lima Brito.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Cariri
Sistema de Bibliotecas

O48e Oliveira, Cícero Gomes.

Estações de tratamento de efluentes de atividades de alto potencial poluidor degradador: uma análise do atendimento a condicionantes legais/ Cícero Gomes Oliveira– 2023.

69 f. il. color.; 30 cm.

(Inclui bibliografia, p.63-66).

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Cariri, Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável, Crato, 2023.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Maria Gorethe de Sousa Lima Brito.

1. Automonitoramento. 2. Legislação ambiental. 3. Potencial poluidor degradador.

I. Título.

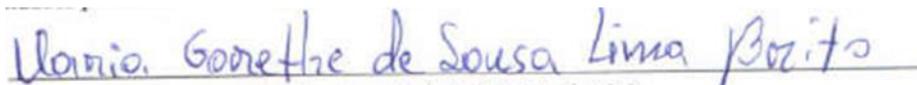
CDD 628.35

CICERO GOMES OLIVEIRA

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ATIVIDADES DE
ALTO POTENCIAL POLUIDOR DEGRADADOR: UMA ANÁLISE DO
ATENDIMENTO A CONDICIONANTES LEGAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER), da
Universidade Federal do Cariri, como requisito para
conclusão do Mestrado em Desenvolvimento Regional
Sustentável.

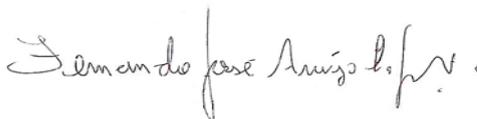
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Maria Gorethe de Sousa Lima Brito (Orientadora)
Universidade Federal do Cariri (UFCA)



Prof. Dr. Paulo Renato Alves Firmino
Universidade Federal do Cariri (UFCA)



Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e por me acompanhar em todos os caminhos trilhados até aqui.

A minha família, especialmente a meu irmão Prof. Dr. Antônio José, que sempre me incentivou a enfrentar este desafio, no qual me espelho em sua perseverança, foco e dedicação.

Aos professores e professoras do PRODER pelos conhecimentos transmitidos em sala de aula e pelo apoio fora dela.

À minha orientadora Profa. Dra. Maria Gorethe de Sousa Lima Brito por ter aceito-me como orientado, pela confiança no meu projeto, pelo respeito, pelos ensinamentos, pela compreensão, pelos sábios conselhos e pela paciência e prestatividade sempre que a procurei para conversar.

Ao Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva, também pela confiança e por prontamente aceitar a me ajudar na execução deste projeto.

Ao Prof. Dr. Paulo Renato Alves Firmino, também pela confiança e por prontamente aceitar em colaborar na execução deste projeto.

Ao Doutorando Allan Bruno Dantas Gonçalves pela contribuição e apoio incondicional para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Superintendente da autarquia de Meio Ambiente de Juazeiro do Norte, por disponibilizar o livre acesso aos setores de Licenciamento Ambiental, Coordenadoria de Avaliação e Monitoramento Ambiental, Diretoria de Fiscalização Ambiental e ao arquivo, para consultas e coleta dos dados para o desenvolvimento da pesquisa.

RESUMO

Estações de tratamento de esgotos (ETE), apesar de serem fundamentais para o controle da poluição ambiental, são também potenciais causadoras de impacto ambiental, necessitando, portanto, de um eficiente plano de automonitoramento para verificação do atendimento a condicionantes legais. Nesse contexto, esta pesquisa investigou a situação de Estações de Tratamento de Esgotos de empreendimentos que desenvolvem atividades de alto potencial poluidor degradador, localizados em Juazeiro do Norte – CE, em relação ao cumprimento a diretrizes legais. Para nortear esta análise foram consideradas condicionantes de resoluções do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Ceará e de leis e decretos municipais que tratam da matéria ora em apreço. Na Autarquia Municipal do Meio Ambiente de Juazeiro do Norte (AMAJU) foram coletados dados dos empreendimentos licenciados que desenvolviam atividades de alto Potencial Poluidor Degradador - PPD, das tecnologias de tratamento dos efluentes gerados em cada atividade, dos programas de automonitoramento das ETE, dos tipos e localizações dos corpos receptores e da condição de funcionamento e do fluxo físico do setor de monitoramento da AMAJU. O tratamento dos dados referentes a entrega de relatórios de automonitoramento foi realizado por meio dos percentis de 50 e 75%. Da análise dos resultados foram identificados 48 empreendimentos que desenvolviam atividades de alto PPD, dos quais 4 estavam localizados em zonas que possuíam restrições a este tipo de uso. Também foi verificado que existia uma importante bateria de poços de abastecimento público de água circundada por tais empreendimentos. Constatou-se que existem 70 empreendimentos de alto PPD que estão sob a jurisdição da AMAJU e que a qualidade dos efluentes líquidos de suas ETEs está, sob condições específicas, em conformidade com os padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução do COEMA nº 02/2017. Porém, foi verificado que a maioria dos empreendimentos pesquisados estavam em desconformidade quanto ao quesito quantidade e frequência de envio dos relatórios de automonitoramento à AMAJU. Estas fragilidades foram atribuídas ao reduzido corpo técnico do órgão ambiental e à ausência de sua infraestrutura mínima para o desenvolvimento das ações necessárias para a implantação de um eficiente sistema de monitoramento ambiental. Para contribuir com a melhoria deste sistema foi sugerido fortalecer o suporte técnico, financeiro e institucional da AMAJU, além de se estabelecer uma distinção em relação às exigências sobre a frequência das análises e a periodicidade da entrega dos relatórios de automonitoramento de efluentes líquidos, para empreendimentos com diferentes tipologias e classes.

Palavras – chave: Automonitoramento. Legislação ambiental. Potencial poluidor degradador.

ABSTRACT

Sewage treatment plants (STPs), despite being fundamental for controlling environmental pollution, are also potential causes of environmental impact, therefore requiring an efficient self-monitoring plan to verify compliance with legal conditions. In this context, this research investigated the situation of Sewage Treatment Stations of enterprises that develop activities with high polluting degrading potential, located in Juazeiro do Norte – CE, in relation to compliance with legal guidelines. To guide this analysis, conditions were considered in resolutions from the Ceará State Environmental Council and municipal laws and decrees that deal with the matter under consideration. At the Municipal Environmental Authority of Juazeiro do Norte (AMAJU), data were collected from licensed enterprises that carried out high PPD activities, from the treatment technologies for effluents generated in each activity, from the STPs self-monitoring programs, and the types and locations of bodies receivers and the operating condition and physical flow of the AMAJU monitoring sector. The processing of data relating to the delivery of self-monitoring reports was carried out using percentages of 50 and 75%. From the analysis of the results, 48 enterprises were identified that carried out high PPD activities, of which 4 were located in areas that had restrictions on this type of use. It was also verified that there was an important battery of public water supply wells surrounded by such projects. It was found that there are 70 high PPD projects that are under the jurisdiction of AMAJU and that the quality of liquid effluents from their STPs is, under specific conditions, in compliance with the release standards established by COEMA Resolution N° 02/2017. However, it was found that the majority of the enterprises surveyed were non-compliant regarding the quantity and frequency of sending self-monitoring reports to AMAJU. These weaknesses were attributed to the reduced technical staff of the environmental agency and the absence of its minimum infrastructure for the development of the actions necessary for the implementation of an efficient environmental monitoring system. To contribute to the improvement of this system, it was suggested to strengthen AMAJU's technical, financial and institutional support, in addition to establishing a distinction in relation to the requirements regarding the frequency of analyzes and the periodicity of delivery of liquid effluent self-monitoring reports, for enterprises. with different types and classes.

Keywords: Self-monitoring. Environmental legislation. Degrading polluting potential.

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. OBJETIVOS | 15 |
| 2.1 Geral..... | 15 |
| 2.2 Específicos | 15 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 16 |
| 3.1 Poluição de corpos receptores por efluentes industriais..... | 16 |
| 3.2 Tecnologias de tratamento de efluentes industriais..... | 19 |
| 3.3 Controle da Poluição..... | 21 |
| 3.3 Instrumentos de prevenção e controle ambiental | 22 |
| 3.3.1 Licenciamento Ambiental | 22 |
| 3.1.2 Fiscalização Ambiental e o monitoramento pós licenças..... | 25 |
| 3.4 Monitoramento e Automonitoramento Ambiental..... | 25 |
| 3.4.1 Automonitoramento no âmbito Internacional | 25 |
| 3.4.2 Automonitoramento no âmbito nacional..... | 26 |
| 4. METODOLOGIA | 31 |
| 4.1. Caracterização da área do estudo | 31 |
| 4.2. Tipo de estudo..... | 33 |
| 4.3. Levantamento de dados | 33 |
| 4.4. Análise estatística..... | 34 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 35 |
| 5.1 Identificação e caracterização das atividades de alto PPD licenciadas pela AMAJU em Juazeiro do Norte – CE | 35 |
| 5.2 Avaliação do atendimento da entrega dos relatórios de automonitoramento..... | 43 |
| 5.3 Condição de funcionamento e o fluxo físico do setor de monitoramento do órgão ambiental municipal da área em estudo | 56 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 59 |
| REFERÊNCIAS..... | 63 |
| ANEXO | 67 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 01: Periodicidade de apresentação da Planilha de acompanhamento de efluentes líquidos industriais (anexo V da Port.151/2002/SEMACE) | 27 |
| Tabela 02: Quantidade de empresas que desenvolvem atividade de alto PPD em diferentes zonas ambientais em Juazeiro do Norte – CE | 37 |
| Tabela 03: Tecnologias de tratamento utilizadas pelas ETEs analisadas nesta pesquisa que lançam seus efluentes no solo, com suas respectivas vazões | 40 |
| Tabela 04: Tecnologias de tratamento utilizadas pelas ETEs analisadas nesta pesquisa que lançam seus efluentes em curso hídrico superficial, com suas respectivas vazões | 42 |
| Tabela 05: Frequência de entrega dos laudos do automonitoramento das ETE de empreendimentos de atividades de alto potencial poluidor degradador localizados em Juazeiro do Norte – CE, com disposição dos seus efluentes em cursos d'água | 43 |
| Tabela 06: Percentis (P ₅₀ e P ₇₅) de relatórios enviados ao órgão ambiental das ETEs que lançaram seus despejos em recursos hídricos, no período de 2017 a 2021 | 44 |
| Tabela 7: Frequência de entrega dos laudos do automonitoramento das ETE de empreendimentos de atividades de alto potencial poluidor degradador localizados em Juazeiro do Norte – CE, com disposição dos seus efluentes em solo | 45 |
| Tabela 08: Percentis (P ₅₀ e P ₇₅) de relatórios enviados ao órgão ambiental das ETEs que lançaram seus despejos no solo, no período de 2017 a 2021 | 50 |
| Tabela 09: Frequência de entrega dos laudos do automonitoramento das ETE de empreendimentos de atividades de alto potencial poluidor degradador localizados em Juazeiro do Norte – CE, com disposição dos seus efluentes em rede coletora de esgoto | 52 |
| Tabela 10: Percentis (P ₅₀ e P ₇₅) de relatórios enviados ao órgão ambiental das ETEs que lançaram despejos na rede coletora de esgoto, no período de 2017 a 2021 | 55 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 01: Tecnologias alternativas de tratamento para efluentes industriais | 20 |
| Quadro 02: principais estudos ambientais exigidos no licenciamento ambiental no âmbito federal e estadual | 24 |
| Quadro 03: principais estudos ambientais exigidos no licenciamento ambiental na esfera estadual e ou municipal | 27 |
| Quadro 04 - Detalhamento das características do estudo | 33 |
| Quadro 05. Restrições em relação a implantação de atividades comerciais, de serviços e industriais nas zonas urbanas de Juazeiro do Norte – CE. | 38 |
| Quadro 06 - Alterações nas Zonas Especiais do município de Juazeiro do Norte desde a criação do PDDU 2000 até o ano 2018 | 67 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------|--|
| AMAJU | Autarquia Municipal de Meio Ambiente de Juazeiro do Norte |
| APP | Área de Preservação Permanente |
| CRAJUBAR | Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha |
| COMDEMA | Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente |
| COEMA | Conselho Estadual do Meio Ambiente |
| CONAMA | Conselho Nacional de Meio Ambiente |
| CE | Condutividade elétrica |
| COT | Carbono Orgânico Total |
| ETEs | Estações de Tratamento de Esgoto |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| MC | Microbacia dos Macacos |
| MT | Microbacia das Timbaúbas |
| NAT | Nitrogênio Amoniacal Total |
| PDDU | Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano |
| RAS | Razão de Adsorção de Sódio |
| RM | Riacho dos Macacos |
| RMC | Região Metropolitana do Cariri |
| RT | Riacho das Timbaúbas |
| SST | Sólidos Suspensos Totais |
| STD | Sólidos Totais Dissolvidos |
| ST | Sólidos Totais |
| UC | Unidade de Conservação |
| ZEE | Zoneamento Ecológico-Econômico |
| ZE | Zona Especial |
| ZE1 | Zona Especial 1 – Parque Central |
| ZE2 | Zona Especial 2 – Parque Ecológico das Timbaúbas |
| ZE3 | Zona Especial 3 – Parque do Rio Salgadinho |
| ZE4 | Zona Especial 4 – Aeródromo |
| ZE5 | Zona Especial 5 – Área de Preservação da Serra do Catolé/Horto |

1. INTRODUÇÃO

A forma de urbanização da maioria das cidades que cresceram ao longo da segunda metade do século 20 causou uma série de impactos negativos de ordem social, econômica e ambiental. Esses impactos têm acarretado uma série de dificuldades aos administradores públicos referentes à prestação de serviços públicos urbanos, as condições de habitabilidade e de vida da população.

Neste sentido, o acesso a água com a qualidade adequada para seus diversos usos tornou-se um desafio global nos últimos tempos, especialmente nos países em desenvolvimento, onde enormes quantidades de efluentes líquidos industriais e municipais sem tratamento prévio adequado são descartados em ambientes receptores, como cursos d'água e solo (AMINABHAVI, 2021).

De acordo com o Relatório Mundial de Desenvolvimento da Água das Nações Unidas (2017), aproximadamente 80% das águas residuais industriais e municipais globais eram descartadas em corpos receptores sem tratamento adequado. Em 2020, 3,6 bilhões de pessoas não possuíam serviços de esgotamento sanitário de forma segura. A cobertura global aumentou de 47% em 2015 para 54% em 2020, mas nas taxas atuais de progresso, estima-se que o mundo alcançará apenas 67% de cobertura em 2030, distante ainda de atender a meta do sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6) da Organização das Nações Unidas (ONU) que tem o propósito de assegurar que o acesso à água e saneamento seja garantido para todos, independentemente de condição social, econômica e cultural.

No Brasil, apenas 60,27% do esgoto é coletado e deste percentual 79,84% recebem tratamento antes de ser lançados em corpos receptores (SNIS, 2020). Para reverter esse déficit histórico de infraestrutura de saneamento, o Brasil, por meio da Lei Nº 11.445/2007, estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico no país, tendo como princípios fundamentais a universalização de acesso e a integralidade de todos os serviços que se referem ao saneamento básico. No novo Marco Legal do Saneamento (Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020) foi estabelecida a meta de se atingir um índice de cobertura de tratamento do esgoto coletado no país de até 90% até o ano de 2033 (BRASIL, 2020).

Neste contexto, pesquisadores da área de saneamento ressaltam que, para além da construção de redes coletoras e estações de tratamento, é necessário que os sistemas sejam operados e mantidos de forma adequada, e, ainda, que sua eficiência seja monitorada. Caso

contrário, o aumento nos índices de coleta e tratamento nos municípios pode não ser acompanhado de uma efetiva diminuição do impacto dos lançamentos de efluentes sobre corpos receptores (como recursos hídricos e solo) (BICUDO *et al.*, 2015).

Assim, estações de tratamento de esgotos, apesar de serem fundamentais para a manutenção da qualidade ambiental, são também potenciais causadoras de impacto ambiental. Por esse motivo estão sujeitas a licenciamento ambiental, subsidiado por estudos ambientais. No Brasil, o conteúdo destes estudos, e a fase do licenciamento em que poderão ser solicitados, podem variar de estado para estado, de acordo com legislações e procedimentos próprios (BRANDÃO 2022). Em muitos estados, o estudo ambiental é substituído por uma listagem de documentos pré-determinados de acordo com a atividade e porte do empreendimento (PNLA, 2018). Porém, esta possibilidade de flexibilização de conteúdo pode limitar a análise adequada do impacto da estação de tratamento de esgotos ao ambiente local, impossibilitando que a função primordial do licenciamento ambiental seja, de fato, cumprida.

No Estado do Ceará devem ser obedecidas as normas estabelecidas pela Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente - COEMA nº 02/2017 que dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. No contexto da gestão de efluentes líquidos de ETE, esta resolução estabelece que os responsáveis pelos efluentes de qualquer fonte potencialmente ou efetivamente poluidora deverão realizar o automonitoramento para o acompanhamento periódico da qualidade dos efluentes lançados no meio ambiente e de indicadores ou parâmetros inerentes aos compartimentos ambientais (ar, água ou solo) afetados. Este automonitoramento visa avaliar o desempenho dos sistemas de controle adotados e a eficácia das medidas mitigadoras dos impactos ambientais inerentes à atividade. Esta é uma das condicionantes para obtenção da licença de operação de atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento (CEARÁ, 2017). Contudo, esta resolução não especifica qual a periodicidade do automonitoramento ambiental, ficando, portanto, a cargo dos órgãos ambientais municipais estabelecer tal periodicidade. Na ausência de previsão legal pelos municípios em relação a esta matéria, são utilizadas as normas técnicas e administrativas da Portaria 151/2002 da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE). Neste contexto está o município de Juazeiro do Norte – CE, que por não possuir legislação própria em relação ao automonitoramento de efluentes líquidos industriais, se fundamenta na referida Portaria da SEMACE.

As tipologias das atividades, obras e/ou empreendimentos de impacto ambiental local, passíveis de licenciamento no âmbito municipal no Estado do Ceará são especificadas no

Anexo I da Resolução do COEMA N° 07/2019, segundo os critérios de potencial poluidor degradador – PPD, porte e natureza da atividade (CEARÁ, 2019). Porém, no município de Juazeiro do Norte, tanto são utilizadas as diretrizes da supra resolução como do Decreto Municipal n° 486/2011, que trata das diretrizes do licenciamento ambiental municipal.

Contudo, apesar de todo arcabouço legal voltado para o controle da poluição ambiental causada por ETE, muitos são os desafios enfrentados para avaliar seus atendimentos às condicionantes legais e instruções normativas, já que os desempenhos operacionais de tais ETE são comumente susceptíveis a uma grande aleatoriedade dos dados, devido, principalmente, a flutuação nos valores de vazão, carga orgânica, parâmetros operacionais e intempéries climáticas.

Outro aspecto importante no contexto do controle da poluição ambiental por estações de tratamento de esgotos refere-se às dificuldades enfrentadas por gestores de órgãos ambientais responsáveis pelo licenciamento e fiscalização de tais equipamentos, as quais estão associadas, principalmente, ao reduzido corpo técnico especializado na área. Estas dificuldades são intensificadas pela ausência de planos de automonitoramento ambiental para as estações de tratamento de esgotos, considerando suas especificidades como o potencial poluidor degradador da atividade geradora dos efluentes, as tecnologias de tratamento e os corpos receptores.

Diante do exposto, o presente trabalho enseja contribuir com a geração de informações sobre o cumprimento de diretrizes previstas no plano de automonitoramento de estações de tratamento de efluentes de empreendimentos que desenvolvem atividades de alto PPD em Juazeiro do Norte – CE, notadamente em relação ao atendimento a condicionantes legais.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o atendimento de estações de tratamento de efluentes líquidos de atividades de alto potencial poluidor degradador em Juazeiro do Norte – CE, notadamente em relação à periodicidade de automonitoramento e aos padrões de lançamento em corpos receptores previstos no plano de automonitoramento ambiental exigido pelo órgão ambiental municipal.

2.2 Específicos

- i. Identificar as atividades de alto potencial poluidor degradador licenciadas na área de estudo e suas localizações em relação ao zoneamento urbano;
- ii. Avaliar a qualidade dos efluentes líquidos das ETE em relação aos padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução do COEMA nº 02/2017 em relação aos corpos receptores água, solo e rede coletora de esgotos;
- iii. Avaliar o atendimento da entrega dos relatórios de automonitoramento, com relação à quantidade e frequência de envio à autarquia municipal de meio ambiente;
- iv. Identificar a condição de funcionamento e o fluxo físico do setor de monitoramento do órgão ambiental municipal da área em estudo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Poluição de corpos receptores por efluentes industriais

O meio ambiente vem sendo degradado de todas as formas e em grande proporção, gerando um desequilíbrio considerável podendo causar um sério comprometimento da vida humana e também do próprio planeta. Dessa forma, certas medidas de proteção precisam ser adotadas de modo rápido no âmbito internacional (YAMAGUCHI, 2011).

A degradação ambiental na América Latina, com início nos anos 50 e particularmente durante as duas últimas décadas, aumentou e ultrapassou zonas específicas, chegando a afetar a maior parte do continente (ALTIERI; MASERA, 1997). Estes autores identificaram como principais problemas ambientais presentes nos países do Mercosul a hiperurbanização, a poluição industrial e agrícola, a degradação do solo, o desmatamento e a perda de biodiversidade.

A contaminação é definida como a emissão para o ambiente de substâncias ou energia por atividades antrópicas, e a poluição como o nível de contaminação que produz efeitos adversos no ambiente receptor. Embora a contaminação seja, na maioria dos casos, uma consequência inevitável das atividades humanas, a poluição é o nível que deve ser evitado. Além disso, através destas definições a poluição e a contaminação ficam restritas às atividades humanas e, portanto, podem ser controladas através de atos legislativos direcionados às pessoas, físicas ou jurídicas, responsáveis por essas emissões (JV TARAZONA, 2014).

Globalmente, as águas residuais industriais representam a principal fonte de poluição da água, colocando em risco a saúde pública através do uso direto, bem como alimentando os peixes que vivem nos riachos poluídos (SAYEDA M.ALI, SHAWKY Z. et al, 2011).

O aumento da população, a industrialização e a rápida urbanização contaminam constantemente os componentes essenciais da vida (ar, água e terra). A poluição ambiental está se tornando um problema global em que a poluição da água é uma questão crítica, uma vez que a água é usada para diferentes fins. O descarte de resíduos de indústrias no meio ambiente como metalurgia e acabamento de metais, têxtil e cerâmica e curtimento de couro causa diversos problemas ambientais (ROKAIA LEJRI, et al, 2022).

A alta concentração de metais pesados presentes no meio ambiente é o principal problema do ecossistema devido ao seu caráter não degradante, persistente e à sua bioacumulação. Os metais pesados afetam os microrganismos do solo. Isto leva à perda de

espécies bacterianas responsáveis pela ciclagem de nutrientes, causando uma consequência negativa no funcionamento do ecossistema (SONIA BEN YOUNES et al., 2022).

A legislação brasileira considera poluição ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de energia ou de substância sólida, líquida ou gasosa, despejada pelas indústrias em níveis capazes, direta ou indiretamente, de prejudicar a saúde, a segurança e o bem estar da população; criar condições adversas às atividades sociais e econômicas e/ou ocasionar danos relevantes à flora, à fauna e a outros recursos naturais (BRASIL, 1975).

O potencial poluidor de uma atividade pode ser definido como o risco que um estabelecimento tem de, sem praticar qualquer controle ambiental, causar dano ambiental, independentemente do seu porte, ou seja é a capacidade da atividade industrial de gerar despejos que venham a se tornar agentes provocadores, direta e indiretamente, de poluição ou degradação (MORENO, 2005).

O Potencial Poluidor Degradador - PPD do empreendimento, obra ou atividade objeto do licenciamento, classifica-se como Baixo (B), Médio (M) ou Alto (A). A classificação do porte dos empreendimentos, obras ou atividades será determinada em seis grupos diferentes, conforme critérios estabelecidos nos Anexos II e III da Resolução do COEMA 02/2019 em: I - menor que micro (< Mc); II - micro (Mc); III – pequeno (Pe); IV médio (Me); V - grande (Gr) e VI – excepcional (Ex) (CEARÁ, 2019).

As alterações do meio ambiente atribuídas à atividade industrial fazem um dos setores econômicos mais propícios a provocar degradação da qualidade ambiental. As consequências sobre o meio ambiente são principalmente notadas quando suas atividades se desenvolvem perto a áreas bastante urbanizadas. Diante disso, seus efeitos podem atingir os ecossistemas, a atmosfera, o solo e os recursos hídricos, os quais são usados pelas populações (MORENO, 2005).

Uma das consequências indesejadas no aumento da atividade industrial é o acréscimo da concentração de metais em fontes de água natural, causado pelo descarte de efluentes industriais contaminados com metais. A remoção de metais dispersos no ambiente natural é um assunto de grande interesse prático pois esses elementos são tóxicos (mercúrio, chumbo, cádmio, zinco, níquel e cromo, por exemplo) (DUARTE *et al.*, 2001 *apud* CHISSINI, 2015).

Pesquisas desenvolvidas na região do Cariri evidenciam a presença significativa de metais-traços que contaminam de forma alarmante tanto a água quanto o solo. SILVA *et al.*

(2022) relataram concentrações dos metais Ag, Cd, Cr, Ni, Zn e Cu acima dos limites dos valores de prevenção estabelecidos pela resolução CONAMA 460/2013 em sedimentos de leitos de rios e de lagoas em diferentes pontos da cidade de Juazeiro do Norte – CE.

Os efluentes brutos gerados, por exemplo, no processo de galvanoplastia necessitam passar por processos de tratamento em ETE com a finalidade de eliminar ou diminuir as concentrações de metais traços neles contidos, objetivando atender aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental (Ceará, 2017; FIGUEIRÊDO *et al.*, 2021).

Os metais tóxicos (Pb, Cd e Cr) e metais biologicamente essenciais (Zn, Fe, Cu e Mn), quando acumulados em quantidades elevadas, provocam danos aos seres vivos. No ambiente aquático há um expressivo potencial poluente nos sedimentos, nas plantas e animais, bioacumulando-se ao longo da cadeia trófica, podendo alterar o equilíbrio da biota aquática, por meio da contaminação ambiental (MARENGONI *et al.*, 2013).

Os metais presentes nos efluentes industriais reduzem a capacidade autodepurativa das águas, devido à ação tóxica que eles exercem sobre os microrganismos. Esses microrganismos são os responsáveis pela recuperação das águas, através da decomposição dos materiais orgânicos que nelas são lançados. Com isso ocorre um aumento da DBO₅, caracterizando um processo de eutrofização (Aguiar; Novaes; GUARINO, 2002).

Na água, os metais traços podem estar presentes em diferentes formas dependendo das condições físicas e químicas do meio, como íons livres, complexados com compostos solúveis orgânicos ou minerais (fração dissolvida), associados à matéria orgânica ou mineral insolúvel (fração particulada), (MELO *et al.*, 2012).

Em relação aos impactos causados por atividades de abatedouro, FERREIRA *et al.* (2002) consideram que os aspectos mais relevantes são a poluição e contaminação dos recursos hídricos e do solo por elevadas quantidades de águas residuárias e por resíduos sólidos gerados nas diversas etapas do processo industrial, além dos oriundos da limpeza e higienização das instalações e equipamentos. Quando dispostos no meio ambiente sem tratamento adequado, podem se constituir em focos de proliferação de insetos e de agentes infecciosos, e ainda, devido à grande quantidade de nutrientes, levar a eutrofização do corpo receptor (CETESB, 2015).

Diante do exposto, é indispensável que os efluentes industriais sejam tratados de forma adequada de tal forma que promovam a adequação dos parâmetros avaliados (enxofre, sulfetos, matéria orgânica, metais, sólidos, dentre outros) com a legislação pertinente. Desta forma o corpo receptor pode receber o efluente tratado sem impacto ao mesmo. Porém, para garantir a referida adequação, é necessário que seja elaborado e implementado um eficiente

programa de monitoramento dos efluentes tratados, no qual devem constar ações de coleta e análise de dados a partir de observações repetidas e registros das variáveis ambientais em um determinado período. Desta forma é possível monitorar a eficiência do sistema de tratamento e saber se os efluentes tratados estão dentro dos parâmetros exigidos.

3.2 Tecnologias de tratamento de efluentes industriais

O tratamento de águas residuárias industriais requer tecnologias específicas para a remoção satisfatória desses poluentes. Algumas das tecnologias indicadas para o tratamento de águas residuárias oriundas das indústrias de galvanoplastia, abatedouros, Curtume e laticínios são apresentadas no Quadro 1.

De acordo com a literatura especializada existem tecnologias alternativas disponíveis no mercado mais eficientes que contribuem significativamente para o setor industrial no sentido de melhorar o rendimento dos processos produtivos e a preservação do meio ambiente a sustentabilidade e responsabilidade sócio ambiental, que podem proporcionar retornos financeiros, ambientais e sociais, utilizando de tecnologia mais limpa junto ao setor industrial de galvanoplastia no município de Juazeiro do Norte. (COSTA, 2008).

No caso das atividades de abatedouros e de Laticínios - beneficiamento e industrialização de derivados de leite os efluentes gerados por esses tipos de atividades podem apresentar elevadas concentrações de matéria orgânica, sólidos suspensos e nitrogênio total sendo mais usual o uso de tecnologias de tratamento por processos biológicos por possuir boa eficiência na remoção destes poluentes (MORENO/2005).

Quadro 01: Tecnologias alternativas de tratamento para efluentes industriais

| Atividade | Tecnologia Recomendada |
|---|---|
| Galvanoplastia | <p>Tratamento físico-químico</p> <p>Precipitação química</p> <p>Troca Iônica</p> <p>Sistemas Naturais</p> <p>Oxidação química, Neutralização, Troca iônica, Redução iônica, Adsorção e Extração por solventes</p> |
| Abatedouros | <p>Tratamentos biológicos</p> <p>Lodos ativados</p> <p>Reatores de filme fixo: filtros biológicos e compactadores biológicos rotativos</p> |
| Curtume | <p>Tratamento físico-químico associado a biológico aeróbio</p> |
| Preparação, Beneficiamento e Industrialização de Leite e Derivados – Laticínios | <p>tratamento que pode ser em nível primário, secundário e terciário.</p> <p>Biorreatores com membrana (MBR), Nanofiltração (NF)</p> |

Fonte: O autor

De acordo com a literatura especializada existem tecnologias alternativas disponíveis no mercado mais eficientes que contribuem significativamente para o setor industrial no sentido de melhorar o rendimento dos processos produtivos e a preservação do meio ambiente a sustentabilidade e responsabilidade sócio ambiental, que podem proporcionar retornos financeiros, ambientais e sociais, utilizando de tecnologia mais limpa junto ao setor industrial de galvanoplastia no município de Juazeiro do Norte (COSTA, 2008).

No caso das atividades de abatedouros e de Laticínios - beneficiamento e industrialização de derivados de leite os efluentes gerados por esses tipos de atividades podem apresentar elevadas concentrações de matéria orgânica, sólidos suspensos e nitrogênio total sendo mais usual o uso de tecnologias de tratamento por processos biológicos por possuir boa eficiência na remoção destes poluentes.

3.3 Controle da Poluição

O controle da poluição industrial vem ganhando, nas últimas décadas, cada vez mais urgência em todo o mundo, pois as tendências ambientais ameaçam modificar radicalmente o planeta, ameaçando a vida de muitas espécies, inclusive a humana, segundo Moreno, 2005.

No Brasil, no âmbito da esfera do controle da poluição industrial, o II Plano Nacional de Desenvolvimento, em seu capítulo sobre o desenvolvimento urbano, controle da poluição e preservação do meio ambiente, definiu prioridade para o controle da poluição industrial através da adoção de zoneamento, dando atenção aos problemas de localização industrial e estabelecimento de normas antipoluição, dentro da ideia de que a política mais eficaz é a de caráter preventivo (MORENO, 2005).

Os programas de controle de poluição e o licenciamento para instalação, operação ou ampliação de indústrias, em áreas críticas de poluição, devem ser objeto de normas diferenciadas, segundo o nível de saturação, para cada categoria de zona industrial. O licenciamento ambiental e o zoneamento industrial, são dois instrumentos consolidados pela PNMA, sendo fundamentais no controle da poluição industrial (MORENO, 2005).

No entanto a autora ressalta que a falta de acompanhamento e monitoramento dos impactos ambientais de forma regular é também uma das deficiências do processo de licenciamento. Somado a esses problemas, estes instrumentos, para serem implementados necessitam de dados ambientais da indústria. No entanto, a carência desses dados é um dos principais problemas enfrentados no desenvolvimento de estudos sobre poluição industrial.

A geração desses dados está relacionada, entre outras questões, às campanhas de monitoramento, que por razões principalmente de falta de recursos físicos e financeiros, não mantém um acompanhamento permanente das medições dos efluentes industriais, pelas mesmas razões em que há dificuldades de ampliação dos programas de autocontrole das indústrias (MORENO, 2005).

Para Florêncio (2010), melhorar o monitoramento significa melhorar o controle da poluição, ampliar as informações ambientais das indústrias, e, conseqüentemente, aperfeiçoar

todos os outros instrumentos de controle das atividades potencialmente ou efetivamente poluidoras.

Para que o controle da poluição do meio ambiente, provocada pelas atividades industriais, possa cumprir o papel previsto como política preventiva, evitando o agravamento da situação nas áreas críticas de poluição, os instrumentos de gestão ambiental necessitam passar por uma revisão do modelo adotado, adequando-os às peculiaridades atuais (MORENO, 2005).

3.3 Instrumentos de prevenção e controle ambiental

O Brasil dispõe de um conjunto significativo de instrumentos à disposição da administração pública para colocar em prática os objetivos referentes à proteção do meio ambiente. Entre estes, destacam-se os treze instrumentos previstos na Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA (Lei no 6.938/1998), os quais são classificados predominantemente como instrumentos de Comando e de Controle (MOURA, 2013).

Os instrumentos da PNMA se relacionam e se completam de diferentes formas para criar o ambiente regulatório do uso racional dos recursos naturais do país, complementados pelas políticas setoriais das águas, florestas e fauna, entre outras. Estes instrumentos permitem, em resumo, o controle de atividades e substâncias (licenciamento, cadastro, padrões, penalidades), o planejamento ambiental do território e de atividades (zoneamento, avaliação de impacto e áreas protegidas), o incentivo a produtos e processos de exploração mais limpos (instrumentos econômicos e tecnologias limpas) e a transparência das informações ambientais (relatórios) (GIASSON, 2015).

3.3.1 Licenciamento Ambiental

De acordo com o CONAMA 237/97 Licenciamento Ambiental é o “procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso” (BRASIL, 1997).

O licenciamento compreende um processo de três etapas, onde são estabelecidas condicionantes que devem ser cumpridas pelo empreendedor para obtenção dos três tipos de

licenças ambientais, ou seja, a Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) (SILVEIRA; NETO, 2014).

O objetivo do licenciamento ambiental é disciplinar, previamente, a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais potencialmente poluidores, ou daquelas, capazes de causar degradação ambiental, garantindo que o desenvolvimento econômico ocorra de forma sustentável (SOUSA, 2012).

Atividades sujeitas ao licenciamento ambiental - Os órgãos ambientais competentes conduzem os licenciamentos ambientais específicos para uma vasta quantidade de empreendimentos e atividades que dependem de recursos ambientais ou que têm potencial para causar degradação ao meio ambiente. Sendo de grande relevância compreender os requisitos e procedimentos específicos para cada empreendimento (AMBISIS, 2020).

Para identificar se uma determinada atividade ou empreendimento necessita de Licença Ambiental, as Resoluções CONAMA 237/1997 e 01/1986, no âmbito federal, a COEMA 02/2019, no âmbito do estado do Ceará, e o Decreto 486/2011, no âmbito do município de Juazeiro do Norte – CE, em seus respectivos anexos listam as atividades passíveis de Licenciamento Ambiental, ou seja, empresas ou empreendimentos com atividades efetiva ou potencialmente poluidora. Ressaltando que as esferas estaduais e municipais têm autonomia para incluir ou excluir e ou revisar as tipologias de atividades de suas respectivas competências para licenciá-las.

Estudos Ambientais (Quadro 02) são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimentos, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida segundo a Resolução do CONAMA 237/1997.

O órgão ambiental competente é quem define os estudos a serem apresentados, a definição se dá conforme o Potencial Poluidor Degradador do empreendimento ou natureza da atividade, o Porte (Pequeno, Médio, Grande, Excepcional) e a fase em que o empreendimento se encontra, seja na fase de avaliação da localidade, instalação e operação.

Elaborado pelo empreendedor, contendo no mínimo informações sobre o diagnóstico ambiental da área, identificação e análise dos impactos, definição das medidas mitigadoras e programas de monitoramento, visando garantir o uso sustentável dos recursos naturais.

Quadro 02: principais estudos ambientais exigidos no licenciamento ambiental no âmbito federal e estadual.

| Tipo de estudo | Exigência |
|--|---|
| EIA/RIMA | exigido para as atividades listadas na Resolução CONAMA nº. 01/86, sempre que houver significativa degradação ambiental. |
| PCA-Plano de Controle Ambiental | exigido para a concessão de LI de atividade de extração mineral, devendo conter os projetos executivos de prevenção e mitigação dos impactos previstos no EIA/RIMA. |
| PBA-Projeto Básico Ambiental | Exigido no licenciamento dos empreendimentos do setor elétrico a ser apresentado na fase de LI. |
| Plano de Controle e Monitoramento Ambiental – PCMA | Condicionante da LO para atividades de extração de minérios. |
| Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA | exigido para concessão da licença prévia de produção para pesquisa que autoriza a produção para pesquisa da viabilidade econômica. |
| Relatório Ambiental Simplificado - RAS | aplica-se somente a empreendimentos com impacto ambiental de pequeno porte, usinas hidrelétricas; usinas termelétricas e sistemas associados; sistemas de transmissão de energia elétrica (linhas de transmissão e subestações); usinas eólicas e outras fontes alternativas de energia |
| Plano de Manejo Florestal – PMF | exigido para atividades florestais e agrícolas |
| Plano de Desmatamento Racional - PDR | exigido para atividades que necessitam de supressão de vegetal para implantação, operação, etc. |
| Plano de Contingência/Emergência | associado à Análise de Riscos da atividade e deve ser elaborado como parte integrante do processo de gerenciamento de riscos. |

Fonte: O autor

3.1.2 Fiscalização Ambiental e o monitoramento pós licenças

Fiscalização é o ato de verificar *in-loco* as condições de operação das atividades ou empreendimentos licenciados, em busca de quaisquer violações ou não-conformidades com normas e padrões ambientais estabelecidos (BARBOSA, 2021). Visa o controle e o monitoramento das atividades utilizadoras de recursos ambientais, sendo executada por técnicos do órgão ambiental através de realização de inspeções periódicas (SEMACE, 2004). É parte da estratégia de conservação do ambiente, tendo como principal objetivo coibir infrações ambientais com penalidades previstas em legislações pertinentes (INEA, 2011). Para BARBOSA (2021) apresenta-se como uma das principais responsabilidades atribuídas aos órgãos ambientais.

3.4 Monitoramento e Automonitoramento Ambiental

É a fase responsável pelo acompanhamento dos empreendimentos licenciados até a sua desativação, cujo propósito é verificar o cumprimento das condicionantes estabelecidas nas licenças emitidas e das medidas ambientais propostas pelos empreendedores. Visa controlar o lançamento de poluentes no meio ambiente, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida (BARBOSA, 2021).

O monitoramento tem bastante conexão com a fiscalização e que por si se define pela observação destas mesmas condições pela análise direta de dados gerados pelo empreendedor ou por sistemas de acompanhamento estabelecidos pelo órgão ambiental (MMA, 2009). Sendo o monitoramento realizado pelo órgão ambiental e o automonitoramento é de responsabilidade do empreendedor.

3.4.1 Automonitoramento no âmbito Internacional

De uma forma geral o entendimento do automonitoramento como um instrumento de controle/acompanhamento das atividades potencialmente poluidoras, em especial, da quantidade e qualidade dos seus efluentes e de seus possíveis impactos nos corpos receptores, está difundida pelo mundo, e vem sendo aplicada em vários países, como nos Estados Unidos, no Canadá e em países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2004). Outro exemplo são os países da Comunidade Européia – EU, que

seguem a diretriz chamada *Integrated Pollution Prevention and Control* (IPPC) (FRANÇA, 2010). A IPPC estabelece a necessidade, quando da licença ambiental, de se relacionar as especificações do programa de automonitoramento a ser apresentado pelas instalações industriais consideradas mais poluentes (FLORÊNCIO, 2010).

3.4.2 Automonitoramento no âmbito nacional

Quanto ao Brasil, na legislação federal, especificamente na Resolução CONAMA 357/05, não existe uma referência explícita ao automonitoramento, nem uma definição clara sobre quem deve fazer o monitoramento dos efluentes das empresas e dos corpos de água afetados direta ou indiretamente pelos empreendimentos. Apesar dessa lacuna, vários Estados já possuem o instrumento do automonitoramento regulamentada em suas legislações e, da mesma forma que em outros países, os órgãos estaduais de gestão ambiental atribuem a execução do automonitoramento ou autocontrole dos efluentes, ou outro nome que possa ter nos diferentes Estados, ao empreendedor (FLORÊNCIO, 2010).

3.4.3 Automonitoramento no âmbito estadual (Ceará)

No Estado do Ceará, o automonitoramento compreende-se a realização sistemática de medições ou observações de indicadores ou parâmetros especificados por tipo de fonte potencial ou efetivamente poluidora do meio ambiente, bem como de indicadores ou parâmetros inerentes aos compartimentos ambientais afetados (ar, água ou solo), cuja execução é de responsabilidade do empreendedor, com a finalidade de avaliar o desempenho dos sistemas de controle adotados e a eficácia das medidas mitigadoras dos impactos ambientais inerentes à atividade (CEARÁ, 2019).

Instituído no estado do Ceará pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará – SEMACE, através da Portaria 151/2002, consiste na remessa periódica para análise, de amostras de efluentes e de dados gerados pelo empreendedor, cujos laudos/dados são encaminhados ao órgão ambiental estadual para análise e acompanhamento. Objetiva acompanhar de maneira sistemática e padronizada os procedimentos de controle da poluição, para empreendimentos e atividades geradoras de efluentes sendo condicionante para renovação da licença de Operação (Tabela 01) (SEMACE, 2004).

Tabela 01: Periodicidade de apresentação da Planilha de acompanhamento de efluentes líquidos industriais (anexo V da Port.151/2002/SEMACE)

| CLASSE | VAZÃO | PERIODICIDADE |
|--------|--------------------------------|---------------|
| A | <20 m ³ /dia | Quadrimestral |
| B | 20 – 100m ³ /dia | Quadrimestral |
| C | 100-500m ³ /dia | Bimestral |
| D | 500-1.000m ³ /dia | Bimestral |
| E | 1.000-5.000m ³ /dia | Mensal |
| F | > 5.000m ³ /dia | Mensal |

Fonte: Portaria 151/2002/SEMACE

Segundo Barbosa (2021), as auditorias ambientais compulsórias que consistem de procedimentos estruturados, cujos relatórios detalham a eficiência dos mecanismos de gestão ambiental empregados, identificando conformidades e, sobretudo, as não conformidades ambientais ocorridas, causas investigadas e apresentar solução ou processo de correção como instrumento aplicável pós licença, em virtude de sua natureza periódica ajuda a complementar o exercício do monitoramento (Quadro 03).

Assim como também os TACs, que são acordos judiciais celebrados para casos onde empreendimentos com sistemáticas falhas em cumprir com a legislação ambiental são responsabilizados com uma série de tarefas corretivas e prazos para atenuar punições mais severas, desde que os termos acordados sejam devidamente atendidos.

Quadro 03: principais estudos ambientais exigidos no licenciamento ambiental na esfera estadual e ou municipal (continua).

| ESTUDO AMBIENTAL | APLICAÇÃO |
|---------------------------------------|---|
| Estudo de Impacto Ambiental - EIA | para as atividades listadas na CONAMA 01/1986 |
| Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA | Licença: condicionantes da LP - Porte: P, M, G, Ex - Atividades: loteamentos, cemitérios, construção civil em geral, condomínios, conj. Habitacionais, SES, ETE |

Quadro 03: principais estudos ambientais exigidos no licenciamento ambiental na esfera estadual e ou municipal (continuação).

| ESTUDO AMBIENTAL | APLICAÇÃO |
|---|--|
| Estudo Ambiental Simplificado - EAS | <ul style="list-style-type: none"> - Licença: Condicionantes da LP para concessão da LI <li style="padding-left: 20px;">- Porte: P, M, G - Atividades: Cemitérios, Loteamentos, construções civis em geral, condomínios habitacionais, ERB de telefonia, outras |
| Estudo de Impacto de Vizinhança – EVI | <ul style="list-style-type: none"> - Licença: Condicionantes da LI <li style="padding-left: 20px;">- Porte: Mc, P, M, G, Ex - Atividades: Fabricas de alumínio, Metalúrgicas, Postos de Combustíveis, Ind. de Reciclagens, grandes obras, etc |
| Estudo Hidrogeológico | <ul style="list-style-type: none"> - Licença: Condicionantes da LP <li style="padding-left: 20px;">- Porte: Mc, P, M, G, Ex - Atividades: Postos de combustíveis, loteamentos, Aterros Sanitários, outros |
| Análise de Risco / Gerenciamento de Risco | <ul style="list-style-type: none"> - Licença: Condicionantes da LP, LI <li style="padding-left: 20px;">- Porte: Mc, P, M, G, Ex <li style="padding-left: 20px;">- Atividades: Diversas |

Quadro 03: principais estudos ambientais exigidos no licenciamento ambiental na esfera estadual e ou municipal (continuação).

| ESTUDO AMBIENTAL | APLICAÇÃO |
|--|---|
| Teste de Absorção e Infiltração do Solo | <ul style="list-style-type: none"> - Licença: Condicionantes da LP,LI - Porte: Mc, P, M, G, Ex - Atividades: qualquer atividade em área sem RCE |
| Relatório de Impacto Ambiental - RIMA | <ul style="list-style-type: none"> - Licença: Condicionantes da LP - Porte: M, G, Ex - Atividades: para as atividades listadas na CONAMA 01/1986 e algumas de grande porte a critério do órgão ambiental |
| Relatório Ambiental Simplificado - RAS | <ul style="list-style-type: none"> - Atividades: Hidrelétrica, termelétrica, ferrovias, aeroporto - Licença: Condicionantes LP - Porte: pequeno |
| Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental - RAMA | <ul style="list-style-type: none"> - Atividades: diversas independente de PPD (calçados, loteamentos, fab. de alumínio, etc) - Licença: Condicionante de LI e LO - Porte: P, M, G, Ex |
| Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS | <ul style="list-style-type: none"> - Atividades de Baixo, médio e Alto PPD - Licença: LO - Porte: P, M, G, EX |

Quadro 03: principais estudos ambientais exigidos no licenciamento ambiental na esfera estadual e ou municipal (conclusão).

| ESTUDO AMBIENTAL | APLICAÇÃO |
|---|--|
| Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PGRCC | <ul style="list-style-type: none"> - Atividades de baixo, médio, alto (atividades de construção civil em geral) - Licença: com condicionantes da LP, LI - Porte: P, M, G, Ex |
| Plano de Gerenciamento de Resíduos Serviços de Saúde – PGRSS | <ul style="list-style-type: none"> - Atividades de médio e Alto (hospitais, clínicas, laboratórios, consultórios, outros) - Licença: condicionantes da LI, LO - Porte: P, M , G, EX |
| Plano de Contingência/Emergência; | <ul style="list-style-type: none"> - Atividades de baixo, médio, Alto (revenda de GLP, Postos de Combustíveis, transporte de cargas inflamáveis ou líquidos perigosos) - Licença: LO - Porte: Mc, P,M,G, EX |
| <p>PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas</p> <p>Plano de Controle e Monitoramento Ambiental – PCMA.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Condicionante da LO para encerramento de lixões e aterros sanitários. - Condicionante da LO para extração de minerais classe 2: areia, rocha/granítica, argila. |

Fonte: O autor

4. METODOLOGIA

4.1. Caracterização da área do estudo

A pesquisa foi realizada na cidade de Juazeiro do Norte, localizada na Região Sul do estado do Ceará, na latitude de 7° 12' 47" Sul e longitude de 39° 18' 55" Oeste com altitude média de 377,3 m, com extensão territorial de 248,8 km² (IPECE, 2017). Sua localização geográfica é um dos motivos por ter se tornado um importante centro econômico da Região Metropolitana do Cariri, tendo como principais setores que impulsiona a economia local os setores de prestação de serviços, construção civil, indústria, comércio e turismo.

Segundo dados do IPECE (2017), o município possui 1.551 indústrias ativas, com destaque para 1.464 de transformação e 82 da área de construção civil e 6.811 estabelecimentos comerciais. Na área da saúde possui 129 unidades de saúde vinculadas ao Sistema Único de Saúde (SUS) entre públicas e privadas, prestando serviços de baixa, média e alta complexidade.

Juazeiro do Norte tem uma população estimada em 278.264 habitantes (IBGE, 2021), com densidade demográfica em torno de 1.004,45 habitantes/km². A infraestrutura urbana de saneamento atende aproximadamente 99,07% da população com abastecimento de água, com 90.240 economias atendidas, trata em média 57.936 m³/d e possui 744 km de rede, possui uma cobertura de 36.42% com esgotamento sanitário, com 25.002 economias atendidas, com volume tratado de 6.408 m³/d e 185 km de rede (IPECE, 2017).

Dos 69.151 domicílios particulares permanentes no município, 34,54% usam a rede geral ou pluvial para destinação dos efluentes, 9,1 % fossa séptica, 35,087 % utilizam outras formas e 1,56% não possuem banheiros (IPECE, 2017).

Os recursos hídricos utilizados no abastecimento do município são oriundos do aquífero arenítico Rio da Batateira, antes perene e atualmente perenizados por efluentes domésticos e industriais. Ele está inserido na bacia hidrográfica do rio Salgado, tendo como principal sistema de drenagem o rio Batateira e seus afluentes riacho São José, Salesianos, Macacos e Timbaúbas. (SILVA *et al*, 2022).

A Formação Rio da Batateira é formada de arenitos argilosos e folhelhos betuminosos, fossilíferos, com espessura média de 200 m (ASSINE, 1992). Os arenitos do aquífero Rio da Batateira são caracterizados como de granulometria fina e grossa, avermelhados e pardacentos, com intercalações de lentes de argila e folhelho, limitados na base por níveis de

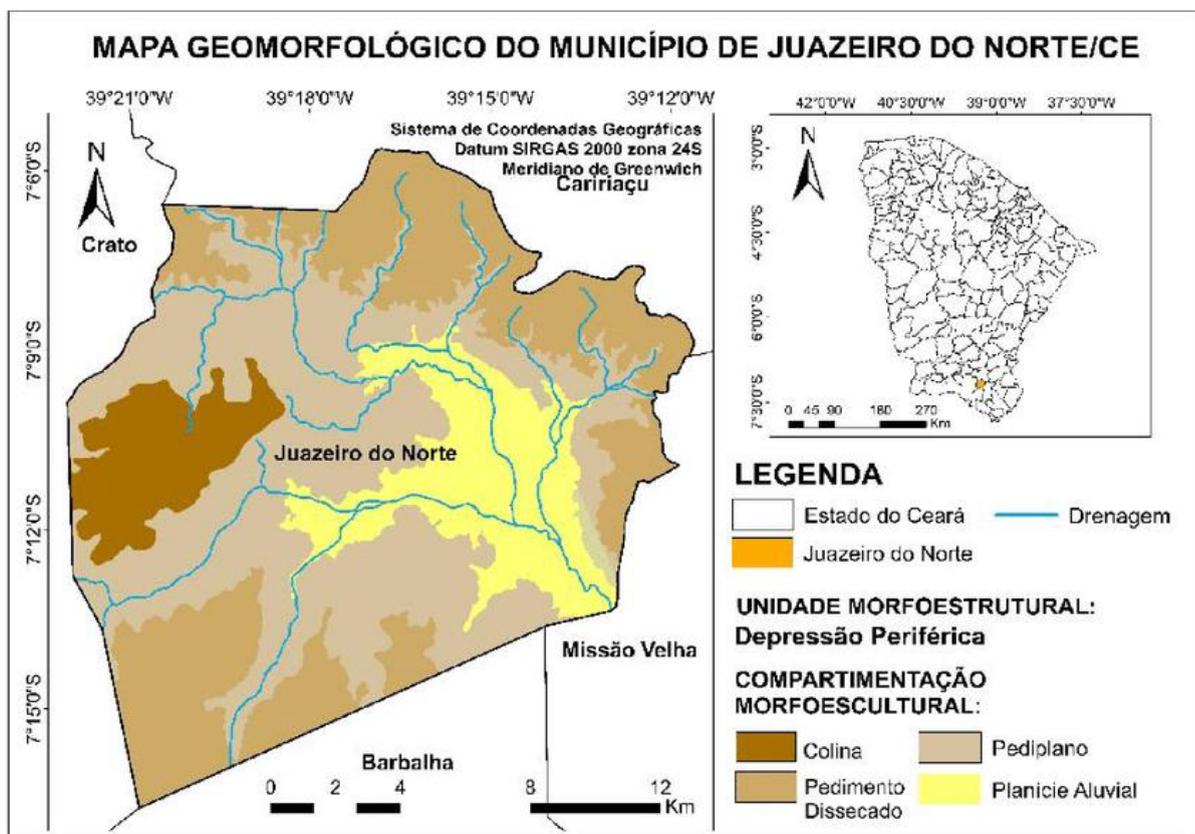
folhelho negro e marrom, às vezes betuminosos (DNPM, 1996). Na área de estudo predomina a Formação Rio da Batateira, além de aluviões e coberturas arenosas.

O clima da região é o tropical quente semiárido e tropical quente semiárido brando, com temperatura média entre 24 e 26 °C e precipitação pluvial média é de 925.1 mm por ano, com período chuvoso de janeiro a maio (IPECE, 2017).

Quanto aos solos, na área de estudo predominam os Argissolos Vermelho-Amarelo e na área de drenagem, especificamente, os Neossolos flúvicos (FUNCEME, 2006). A mineralogia dos solos da área indica a presença de 100% de quartzo vítreo incolor, contendo grãos com aderência ferruginosa, concreções manganês e argiloferruginosa, além de feldspato potássico muito intemperizado (JACOMINE *et al.*, 1973). Na Figura 01 consta o mapa geomorfológico do município de Juazeiro do Norte – CE.

A cobertura vegetal na área de drenagem é constituída de Caatinga Arbórea, com mata ciliar descaracterizada quanto sua composição de origem, apresentando extensas áreas desmatadas (SILVA *et al.*, 2022).

Figura 01: Mapa geomorfológico do município de Juazeiro do Norte – CE



Fonte: PDM (2022).

4.2. Tipo de estudo

O presente estudo tem perfil teórico-aplicativo, conforme o conceito em Prodanova e Freitas (2013). O estudo parte de fonte primária e documental. Sob perspectiva comparativa, analisa realidade e expectativa. De acordo com Fontelles *et al.* (2009) o detalhamento da pesquisa tem características de acordo com o Quadro 04.

Quadro 04 - Detalhamento das características do estudo

| Característica | Explicação sobre a pesquisa |
|--------------------------|--|
| Quanto ao procedimento | Bibliográfica baseia-se na revisão da literatura de obras já existentes, no intuito de auxiliar o pesquisador na delimitação do tema e na contextualização do objeto problema |
| Finalidade | Aplicada (ou tecnológica) - enseja solucionar um problema concreto com resultados práticos imediatos |
| Natureza | Análítica – o investigador deve avaliar com maior profundidade as informações coletadas em um determinado estudo, observacional ou experimental, na tentativa de explicar o contexto de um fenômeno no âmbito de um grupo, grupos ou população |
| Abordagem | Quantitativa – Procedimentos sistemáticos para a descrição e explicação de fenômenos; Pesquisa estruturada; Podem ser definidas hipóteses a serem testadas; Usa métodos estatísticos; Quantifica os dados; Generaliza-se os resultados da amostra para a população-alvo. |
| Objetivos | Exploratória e explicativa – tentar esclarecer melhor a ocorrência dos fenômenos observados |
| Procedimentos técnicos | Documental – parte de fonte primária, em que a origem dos dados provém de diferentes épocas |
| Desenvolvimento no tempo | Transversal (ou seccional), em que a mesma é desenvolvida em um breve espaço de tempo e um determinado momento |

Fonte: adaptado de Fontenelles *et al.* (2009).

4.3 Levantamento de dados

Os dados necessários para o desenvolvimento desta pesquisa foram obtidos por meio de consulta direta nos processos físicos de licenciamento de todas as atividades cadastradas no banco de dados da Autarquia Municipal do Meio Ambiente de Juazeiro do

Norte, com licenças de operação e renovações emitidas a partir de janeiro de 2017 a dezembro de 2021, período em que entrou em vigência a Resolução COEMA 02/2017. Para permitir a avaliação de pelo menos um período integral de vigência das licenças.

Inicialmente, a partir da identificação dos processos, iniciou-se a etapa de avaliação dos seguintes documentos: pareceres técnicos das licenças de operação e renovações e relatórios de automonitoramento, nos quais foram obtidas informações referentes ao tipo de atividade realizada, as localizações dos empreendimentos em relação ao zoneamento urbano, as classificações dos potenciais poluidores degradadores, ao cumprimento das condicionantes da licença exigidas pelo órgão ambiental dentro do prazo estipulado (periodicidade do automonitoramento) e a conformidade dos relatórios de automonitoramento apresentados em relação aos parâmetros estabelecidos na legislação (qualidade dos efluentes das ETE).

Para nortear esta análise, foram consideradas as condicionantes das Resoluções nº 02/2017, nº 02/2019 e nº 07/2019 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Ceará, da Lei Municipal (2.570/2000) de Uso e Ocupação do Solo e dos decretos municipais 486/2011 e 513/2011, além da Portaria 151/2002 da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), que estabelece as normas técnicas e administrativas necessárias à execução e acompanhamento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais de atividades poluidoras instaladas ou que venham se instalar no estado do Ceará. Esta portaria foi utilizada como parâmetro para a avaliação da frequência de monitoramento das ETEs pesquisadas, uma vez que não existe nenhum direcionamento formal a este respeito no município de Juazeiro do Norte - CE.

4.4. Análise estatística

Com o objetivo de verificar os percentuais de entrega dos relatórios de automonitoramento das ETE a periodicidade imposta pelo órgão ambiental municipal, considerando os períodos quadrimestral e mensal, foram aplicadas as medidas separatrizes na forma de percentis de 50 e 75%.

Estas medidas são valores que ocupam posições no conjunto de dados, em rol, dividindo-o em partes iguais e podem ser: 1º quartil (Q1), onde 25% dos dados são valores menores ou iguais ao valor do primeiro quartil; 2º quartil (Q2), onde 50% dos dados são valores menores ou iguais ao valor do segundo quartil; 3º quartil (Q3), onde 75% dos dados são valores menores ou iguais ao valor do terceiro quartil (GUEDES et al, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Identificação e caracterização das atividades de alto PPD licenciadas pela AMAJU em Juazeiro do Norte – CE

Atualmente existem 280 empreendimentos instalados em Juazeiro do Norte – CE. Destes, 10, por serem de impacto regional, o licenciamento é de responsabilidade da SEMACE e 270, por serem de impacto local, o licenciamento é uma atribuição da AMAJU.

Conforme o Anexo I da Resolução do COEMA nº 07/2019, sistemas de esgotamento sanitário e estações de tratamento de efluentes, independentes do porte (micro, pequeno, médio, grande e excepcional), bem como hospitais com número de leitos superior a 150, incineradores de resíduos, aterros sanitários regionais, loteamentos ou conjuntos habitacionais acima de 100 ha, são classificados como de impacto regional. Assim, cabe a SEMACE, nos termos da Constituição Federal de 1988 e da Lei Complementar nº 140/2011, realizar os procedimentos de licenciamento e autorização ambiental.

Ressalta-se que esta descentralização das competências relacionadas à atividades de controle da poluição ambiental no território juazeirense se constitui em um entrave no sentido do pleno cumprimento dos aspectos legais por empresas que desenvolvem atividades classificadas como de impacto regional, uma vez que o órgão ambiental municipal, AMAJU, desconhece as condicionantes dos processos de licenciamento de tais atividades, bem como a situação de cada empresa no contexto do atendimento a legislação ambiental vigente (PDM, 2022).

Das atividades que estão sob a jurisdição da AMAJU, 70 são classificadas como de alto PPD, 97 de médio PPD e 103 de baixo PPD. Em relação as de alto PPD, 01 deu baixa na licença, restando, portanto, 269 com a licença em vigência, em processos de renovação (ocorre antes do vencimento da licença) ou regularização (utilizado para licenças vencidas) ou arquivados por pendência na documentação necessária para o licenciamento.

Ao se avaliar a situação dos efluentes líquidos das ETE investigadas, em relação ao atendimento aos padrões de lançamento estabelecidos na Resolução do COEMA nº 02/2017, em função dos seus corpos receptores, foi verificado que em todas as ETE monitoradas seus efluentes apresentaram resultados satisfatórios em relação a referida resolução.

Porém, ressalta-se que quando um ou mais parâmetros de grande relevância no aspecto ambiental e de saúde pública está em desacordo com a legislação, o órgão ambiental

(AMAJU) solicita que sejam realizadas novas análises dos parâmetros em desacordo e/ou de todos.

Outro ponto que merece destaque é que a grande maioria das empresas não apresentam ou apresentaram regularmente os relatórios de automonitoramento dos seus efluentes, dentre outros motivos estão: a falta de compromisso ou de responsabilidade ambiental por parte dos gestores empresariais, dificuldades do órgão ambiental em realizar a fiscalização e a insuficiência de laboratórios especializados para atender a demanda.

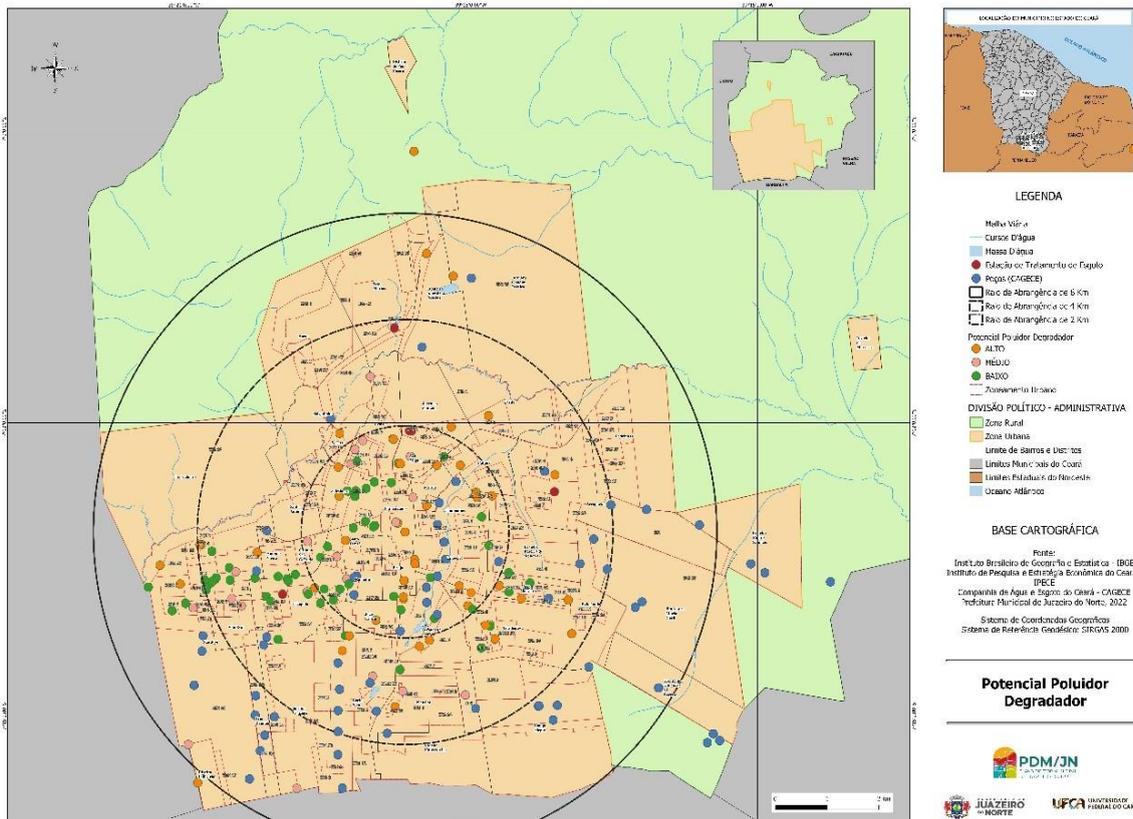
Na Figura 02 consta o mapa da distribuição espacial das empresas em relação a localização dos poços de abastecimento de água gerenciados pela CAGECE e ao zoneamento estabelecido no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juazeiro do Norte em vigência. Da análise deste mapa verifica-se que em um raio de até 2 km existe uma importante bateria de poços de abastecimento de água da CAGECE circundada por inúmeras empresas que desenvolvem atividades de alto, médio e baixo PPD. Esta situação enseja a necessidade de programas de monitoramento ambiental bastante criteriosos, notadamente em relação ao controle da poluição dos recursos hídricos.

Diante do exposto, é importante registrar que uma quantidade expressiva das empresas mencionadas acima faz a disposição dos seus efluentes tratados no solo. Assim, se o tratamento de seus esgotos não for satisfatório, tanto a qualidade do solo quanto das águas (subterrâneas e superficiais) podem ser seriamente comprometidas.

Em relação a localização das ETE no território juazeirense, a Tabela 02 mostra a quantidade de empresas, por zona, com seu potencial poluidor degradador.

A análise dos dados da Tabela 02 foi feita tomando-se por base as diretrizes estabelecidas na Lei municipal atual de Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 2.570 de 08 de setembro de 2000), a qual estabelece as restrições de uso do solo das zonas da cidade de Juazeiro do Norte - CE.

Figura 02: Mapa da distribuição espacial das empresas que geram efluentes não sanitários em Juazeiro do Norte – CE, em relação a localização dos poços de abastecimento de água gerenciados pela CAGECE e ao zoneamento urbano



Fonte: PDM (2022).

Tabela 02 - Quantidade de empresas que desenvolvem atividade de alto PPD em diferentes zonas ambientais em Juazeiro do Norte - CE.

| | PPD | ZR1 | ZR2 | ZR3 | ZR4 | ZCSE | ZUM | ZI | ZE |
|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|----|
| Número de Empresas | ALTO | 3 | 7 | 13 | 9 | 17 | 3 | 1 | 2 |

Legenda: ZR - zona residencial; ZCSE – zona de uso comercial e de serviços especiais; ZUM – zona de uso misto; ZI – zona de uso industrial; ZE – zona especial.

Fonte: O autor

No Quadro 05 constam as restrições em relação a implantação de atividades comerciais, de serviços e industriais em cada zona.

Quadro 05. Restrições em relação a implantação de atividades comerciais, de serviços e industriais nas zonas urbanas de Juazeiro do Norte – CE.

| Zona | Restrições |
|-------------|--|
| ZR1 | Proibidas, com exceção das de recreação e alguns usos institucionais |
| ZR2 | Proibidas as de médio e grande porte, com exceção das de recreação e alguns usos institucionais |
| ZR3 | Proibidas as de médio e grande porte, com exceção das de recreação, usos institucionais, comércio de caráter local e oficinas semiartesanais |
| ZR4 | Proibidas as de grande porte e as de médio e pequeno porte poluentes |
| ZCSE | Proibidas as de médio e grande porte |
| ZUM | Proibidas as de grande e médio porte e de pequeno porte poluentes |
| ZI | Não existe |
| ZE | As atividades que não tenham vínculo funcional direto com o objeto de sua criação |

Fonte: Adaptado Juazeiro do Norte (2000).

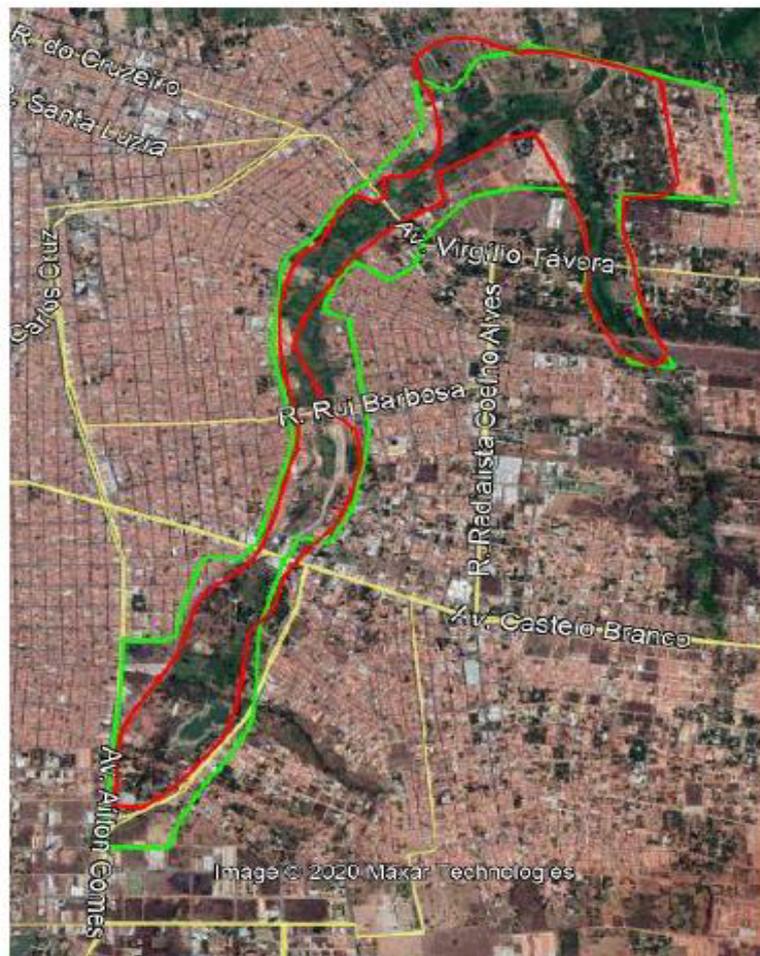
Percebe-se que, pelo povoamento e distribuição de empreendimentos nas zonas residenciais e especiais está havendo flexibilizações para implantação dessas atividades nestas zonas. Fato claramente visível na ZR1 e ZE, onde é proibida a instalação destas tipologias de atividades. Essa flexibilização pode resultar na degradação da qualidade das águas superficiais, subterrâneas, do solo, da qualidade de vida da população e na valorização imobiliária nessas áreas.

Neste aspecto é importante destacar que o uso e ocupação de tais zonas ocorreu em função das alterações ocorridas na planta oficial do zoneamento do município, mesmo que estas tenham sido realizadas sem os devidos critérios técnicos. Assim, as empresas supracitadas não estão infringindo as diretrizes do PDDU. No caso específico dos empreendimentos instalados em ZE, sua autorização foi concedida pelo legislativo municipal e pelo Conselho de Defesa do Meio Ambiente (CONDEMA). Essas alterações ocorrem na sua maioria pela conversão de uma zona em outra, porém em algumas alterações os objetivos e/ou critérios adotados não são bem claros.

A Lei nº 2.570/2000 estabelece em seu Art.61 que todas as zonas especiais foram criadas como Unidades de Proteção Ambiental objetivando proteger e preservar amostras dos ecossistemas ali existentes, de forma a proporcionar oportunidades controladas para uso público e privado. Porém, apesar da criação de tais zonas no município, as mesmas já sofreram 12 modificações desde a elaboração do PDDU 2000, as quais estão descritas no Quadro 1 disponível no Anexo.

Nascimento (2020) evidencia as constantes modificações da ZE2, destacando serem realizadas em prol da urbanização municipal e da implementação de empreendimentos urbanos, como o caso da implementação de postos de combustível nas proximidades da área de estudo, sendo este um tipo de empreendimento com potencial elevado de degradação do solo e das águas subterrâneas. Este autor verificou ainda que, as alterações na ZE2, impostas por força de lei para instalação de empreendimentos urbanos, acarretaram uma perda de 33,4% da área original. A Figura 03 representa um comparativo entre a área da ZE2 especificada no PDDU (destaque em verde), datada de 2000, e a área desta zona após as modificações realizadas pela legislação desde o PDDU 2000 (destaque em vermelho).

Figura 03 - Sobreposição das áreas da ZE2.



Legenda: cor verde indica a área da ZE2 em 2000; cor vermelha indica a área da ZE2 após modificações pela legislação pós PDDU. Fonte: Nascimento (2020).

Entre as tipologias de atividade classificada como de PPD Alto, destacam-se as indústrias de galvanoplastia, seguidas por abatedouros, curtume, indústrias de laticínios e derivados do leite.

As Tabelas 3 e 4 mostram as vazões médias e tecnologias de tratamento de cada ETE investigada nesta pesquisa, cujos efluentes são lançados no solo e em cursos d'água, respectivamente.

Tabela 03 – Tecnologias de tratamento utilizadas pelas ETEs analisadas nesta pesquisa que lançam seus efluentes no solo, com suas respectivas vazões.

| Designação da ETE | Vazão m ³ /mês | Tec. tratamento |
|-------------------|---------------------------|--|
| ETE 1 | 38,8 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |

| | | |
|--------|----------------|--|
| ETE 2 | 1 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 3 | 30 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 4 | 4 | Troca Iônica/reuso |
| ETE 5 | 4 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 6 | 30 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 7 | Sem informação | REATOR UASB |
| ETE 8 | 10 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 9 | 1.5 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 10 | Sem informação | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 11 | Sem informação | sem informação |
| ETE 12 | 1 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 13 | Sem informação | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 14 | 40 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, precipitação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 15 | 10 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, precipitação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 16 | 1000 | Biológico/Tanque séptico, filtro anaeróbio, clorador, sumidouro |
| ETE 17 | 2000 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, precipitação, decantação, equalizadores e reatores |
| ETE 18 | 1 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |
| ETE 19 | 60 | Físico-químico - filtros de lona, tanque de coagulação, floculação, decantação, equalizadores e reatores para o tratamento químico |

Fonte: O autor

Tabela 04 – Tecnologias de tratamento utilizadas pelas ETEs analisadas nesta pesquisa que lançam seus efluentes em curso hídrico superficial, com suas respectivas vazões.

| Designação da ETE | Vazão m ³ /mês | Tec. tratamento |
|-------------------|---------------------------|---|
| ETE 1 | 76,04 | Troca iônica/reuso |
| ETE 2 | 2129,2 | físico-químico neutralização, floculação, coagulação, flotação, tamisação e desinfecção |
| ETE 3 | 208,6 | físico-químico/biológico gradeamento, neutralização, floculação, coagulação, filtração, aeração e desinfecção |
| ETE 4 | 547,5 | Biológico anaeróbio/físico-químico gradeamento, decantação, filtração e desinfecção |

Fonte: O autor

Observa-se que a maioria das ETEs das empresas investigadas nesta pesquisa utilizavam tecnologias de tratamento de efluentes que tipicamente não são indicadas para o tipo de poluentes/contaminantes produzidos por esses empreendimentos. No caso dos abatedouros o efluente gerado por esse tipo de atividade pode apresentar elevadas concentrações de matéria orgânica, sólidos suspensos e nitrogênio total (BUSTILLO-LECOMPTE; MEHRVAR, 2015), este efluente quando não tratado ou tratado de maneira insuficiente pode causar sérios danos ambientais e de saúde pública.

Já os efluentes galvânicos apresentam concentrações de metais traço que dificilmente são removidos por tecnologias convencionais de tratamento. Neste sentido, destaca-se que a literatura especializada relata ineficiência de remoção dos metais traço Pb, Ni, Cu e Cr em estações de tratamento de esgotos que tratam efluentes de indústrias galvânicas no município de Juazeiro do Norte - CE, visto que, após o tratamento químico os efluentes permaneceram com concentrações superiores aos padrões impostos pela legislação estadual, evidenciando a necessidade de melhorias no processo de tratamento (FIGUEIRÊDO *et al.*, 2021).

5.2 Avaliação do atendimento da entrega dos relatórios de automonitoramento, com relação a quantidade e frequência de envio a autarquia municipal de meio ambiente

Nas Tabelas 5,7 e 9 constam as frequências de entrega dos laudos do automonitoramento das ETE de empreendimentos de atividades de alto potencial poluidor degradador localizadas em Juazeiro do Norte – CE, com disposição dos seus efluentes em cursos d’água (Tabela 5), em solo (Tabela 7) e em rede coletora de esgotos (Tabela 9). Também são apresentadas as quantidades de laudos esperados e o déficit observado em 5 anos de investigação (2017 a 2021).

Tabela 05: Frequência de entrega dos laudos do automonitoramento das ETE de empreendimentos de atividades de alto potencial poluidor degradador localizados em Juazeiro do Norte – CE, com disposição dos seus efluentes em cursos d’água

| ETE_{RH1} | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|-------|----------|---------|
| ANO | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | Total | Esperado | Déficit |
| QUAD | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9 | 5 |
| MENS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 36 |
| ETE_{RH2} | | | | | | | | |
| QUAD | 5 | 4 | 3 | 3 | 0 | 15 | 12 | - |
| MENS | 14 | 12 | 10 | 8 | 0 | 44 | 48 | 4 |
| ETE_{RH3} | | | | | | | | |
| QUAD | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 6 | 3 |
| MENS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 36 |
| ETE_{RH4} | | | | | | | | |
| QUAD | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 6 | 3 |
| MENS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 24 |

Legenda: ETE_{RH}: Estação de Tratamento de Efluentes que lançam seus esgotos tratados em recursos hídricos. QUAD: Quadrimestral. MENS: Mensal. Fonte: O autor.

Os dados de automonitoramento expostos na Tabela 5 correspondem a efluentes industriais tratados por ETEs de atividades de fabricação de semijóias-bijuterias (ETE 1) e atividade de abate de animais (ETE 2, 3 e 4). Da análise da Tabela 5 verifica-se que das quatro

ETE que lançam seus efluentes em corpo hídrico, 100% não apresentaram/entregaram integralmente seus relatórios de automonitoramento dos efluentes industriais ao órgão municipal licenciador, sendo que as ETEs 1, 3 e 4 foram as que apresentaram o menor número de automonitoramento (em torno de 8,88%, 7,14% e 10 % respectivamente).

Das 4 ETEs a que apresentou menor índice de automonitoramento/relatórios foi a 03 que também trata efluentes de abatedouro, já a ETE 2, que também trata efluente de abatedouro, foi a que apresentou o maior número de relatórios de automonitoramento (em torno de 93,33%, com 100% de relatórios quadrimestrais entregues). Durante esse período em que não foi realizado o monitoramento, o órgão ambiental fica sem informações se os efluentes neste período estavam sendo lançados dentro dos padrões, constituindo-se em um risco para os componentes ambientais (água e solo) e biota aquática. Enfatizando que 03 desses empreendimentos estão instalados dentro ou nas imediações da Zona Especial do Rio Batateira, área considerada ambientalmente sensível.

Tabela 06: Percentis (P₅₀ e P₇₅) de relatórios enviados ao órgão ambiental das ETEs que lançaram seus despejos em recursos hídricos, no período de 2017 a 2021

| | Quadrimestral | | Mensal | |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | P ₅₀ | P ₇₅ | P ₅₀ | P ₇₅ |
| ETE_{RH1} | 0 | 2 | 0 | 0 |
| ETE_{RH2} | 3 | 4.5 | 10 | 13 |
| ETE_{RH3} | 0 | 1.5 | 0 | 0 |
| ETE_{RH4} | 0 | 1.5 | 0 | 0 |

Fonte: O autor

A Tabela 06 apresenta os valores dos percentis de 50 e 75% (P₅₀ e P₇₅) do número de relatórios enviados ao órgão ambiental em dois intervalos de tempo: quadrimestral e mensal, geralmente os percentis são utilizados no entendimento da distribuição de dados em um conjunto, dessa forma, os valores chamam a atenção para diferenças notáveis entre a **ETE_{RH2}** com as demais. Já as **ETE_{RH1}**, **ETE_{RH3}** e **ETE_{RH4}** têm a maioria de seus valores concentrados em zero no P₅₀ de envio quadrimestral e nos P₅₀ e P₇₅ de envio mensal, indicando um não atendimento a condicionante legal.

A ETE_{RH2} se destaca com valores consideravelmente mais altos em todos os percentis, no entanto, com exceção dos valores em P₅₀ de envio mensal que mostrou 50% dos dados iguais ou inferiores a 10, indicando um não atendimento a condicionante legal, todos os demais percentis evidenciaram atendimento.

Tabela 7: Frequência de entrega dos laudos do automonitoramento das ETE de empreendimentos de atividades de alto potencial poluidor degradador localizados em Juazeiro do Norte – CE, com disposição dos seus efluentes em solo

| ETE SOLO1 | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|-------|----------|---------|
| ANO | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | Total | Esperado | Déficit |
| QUAD | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | 12 | 2 |
| MENS | 0 | 4 | 8 | 12 | 10 | 34 | 48 | 14 |
| ETE SOLO2 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | SRLA | 1 | 3 | 4 | 6 | 2 |
| MENS | - | - | - | 0 | 8 | 8 | 24 | 16 |
| ETE SOLO3 | | | | | | | | |
| QUAD | 1 | 3 | 3 | TMT | 3 | 10 | 12 | 2 |
| MENS | 0 | 8 | 12 | - | 12 | 32 | 48 | 16 |
| ETE SOLO4 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | SRLA | 3 | SRL | 3 | 3 | 0 |
| MENS. | - | - | - | 9 | - | 9 | 12 | 3 |
| ETE SOLO5 | | | | | | | | |
| QUAD | 2 | SRLA | 1 | PAN | 0 | 3 | 09 | 6 |
| MENS. | 8 | - | 0 | - | 0 | 8 | 36 | 28 |
| ETE SOLO6 | | | | | | | | |
| QUAD | 1 | 2 | 1 | SRLA | 0 | 4 | 12 | 8 |
| MENS | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 36 | 36 |
| ETE SOLO7 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | 3 | 3 | 2 | TMT | 8 | 09 | 1 |
| MENS. | - | - | - | 10 | - | 10 | 36 | 26 |
| ETE SOLO8 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|----|----|----|
| QUAD | 1 | 2 | 0 | SRLA | SRLA | 3 | 9 | 6 |
| MENS | 6 | 4 | 0 | - | - | 10 | 36 | 26 |
| ETE_{SOLO9} | | | | | | | | |
| QUAD | - | - | - | 2 | 1 | 3 | 6 | 3 |
| MENS | - | - | - | 12 | 0 | 12 | 24 | 24 |
| ETE_{SOLO10} | | | | | | | | |
| QUAD | - | - | 0 | AQV | SRLA | 0 | 3 | 3 |
| MENS | - | - | 0 | - | - | 0 | 12 | 12 |
| ETE_{SOLO11} | | | | | | | | |
| QUAD | 2 | 3 | SRLA | SRLA | SRGL | 5 | 6 | 1 |
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE_{SOLO12} | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | SRLA | 1 | 2 | 3 | 6 | 3 |
| MENS | - | - | - | 0 | 12 | 12 | 24 | 12 |
| ETE_{SOLO13} | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | 1 | 1 | SRLA | SRLA | 2 | 3 | 1 |
| MENS | - | 0 | 0 | - | - | 0 | 12 | 12 |
| ETE_{SOLO14} | | | | | | | | |
| QUAD | 2 | - | 0 | SRLA | SRLA | 2 | 6 | 4 |
| MENS | 6 | - | 0 | - | - | 6 | 24 | 18 |
| ETE_{SOLO15} | | | | | | | | |
| QUAD | 1 | 0 | SRLA | SRLA | SRLA | 1 | 6 | 5 |
| MENS. | 12 | 0 | - | - | - | 12 | 24 | 12 |
| ETE_{SOLO16} | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | 1 | SRLA | SRLA | SRLA | 1 | 3 | 2 |
| MENS. | - | NS | NS | NS | NS | - | - | - |
| ETE_{SOLO17} | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | 0 | 3 | TMT | 3 | 6 | 3 |
| MENS | - | - | 0 | 12 | - | 12 | 24 | 12 |

| ETE SOLO18 | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|----|-----|----|----|----|
| QUAD | SRLA | SRLA | SRLA | 4 | SRL | 4 | 3 | 0 |
| MENS | - | - | - | 12 | - | 12 | 12 | 0 |
| ETE SOLO19 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | 1 | 0 | - | 1 | 6 | 5 |
| MENS | - | - | 0 | 0 | - | 0 | 24 | 24 |
| ETE SOLO20 | | | | | | | | |
| QUAD | SL | ARQ | - | - | - | - | - | - |
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE SOLO21 | | | | | | | | |
| QUAD | SL | - | - | - | - | - | - | - |
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE SOLO22 | | | | | | | | |
| QUAD | SL | - | - | - | - | - | - | - |
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE SOLO23 | | | | | | | | |
| QUAD | ARQ | - | - | - | - | - | - | - |
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE SOLO24 | | | | | | | | |
| QUAD | SL | - | - | - | - | - | - | - |
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE SOLO25 | | | | | | | | |
| QUAD | SL | - | - | - | - | - | - | - |
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE SOLO26 | | | | | | | | |
| QUAD | NS | - | - | - | - | - | - | - |
| MENS | NS | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE SOLO27 | | | | | | | | |
| QUAD | NS | - | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | |
|-------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|
| MENS. | NS | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE SOLO28 | | | | | | | | |
| QUAD | NS | - | - | - | - | - | - | - |
| MENS. | NS | - | - | - | - | - | - | - |

Legenda: SRLA - sem registro de licença ambiental; TMT - processo/tramitando; SRS - sem registro de solicitação de licença; SOL.Ren - solicitou renovação da licença; SOL.Reg - solicitou regularização da licença; NS - não solicitado; ARQ - processo arquivado; SL - sem laudo no processo; VEN - vencida; PAN - pandemia (período pandemia); QUAD – quadrimestral; MENS – mensal. Fonte: O autor.

Os dados de automonitoramento expostos na Tabela 7 referem-se a efluentes industriais tratados por ETEs de atividades de fabricação de semijoias-bijuterias (22), fabricação de tintas (02), fabricação de laticínios e derivados de leite (01), indústrias de fabricação de produtos químicos (02) e atividade de abatedouro (01), todas com disposição em solo.

Da análise da Tabela 7 observa-se que das 28 ETEs que lançam seus efluentes no solo, apenas 3,57% (ETE18) apresentaram 100% de seus relatórios de automonitoramento dos efluentes industriais ao órgão municipal licenciador. Dos 96,43% que não entregaram seus relatórios integralmente, as ETEs 10, 19, 5,14, 8 e 16 foram as que realizaram a menor quantidade de automonitoramento, com variações em torno de 0; 3,33; 24,44; 26,66; 28,88; e 33,33% respectivamente, cujo percentual de entrega dos relatórios quadrimestrais nesta ordem foi de 0%, 16,66%; 33,33%; 33,33%; 33,33% e 33,33%, que tratam efluentes da atividade de galvanoplastia e abatedouro.

Das 28 ETEs, as que apresentaram os menores índices de automonitoramento/relatórios foram a ETE 10 e a ETE 19 que tratam efluentes de galvanoplastia, já a ETE18, que também trata efluente de galvanoplastia, foi a que apresentou o maior número de relatórios de automonitoramento, uma vez que 100% dos relatórios quadrimestrais e mensais foram entregues. as ETEs 11, 04 e 01, que tratam efluentes das atividades de fabricação de tintas (ETE11) e ETE 04 e 01, que tratam efluentes oriundos de galvanoplastia, entregaram 83%, 80% e 73,33% respectivamente de seus relatórios de automonitoramento com 100% dos relatórios quadrimestrais entregues, exceto a ETE1 que entregou 83,33% de relatórios quadrimestrais.

Do total de ETEs, quatro, (ETE 09, ETE 12, ETE 17 e ETE 03, que igualmente tratam efluentes gerados na atividade de galvanoplastia entregaram na devida ordem, 50% e 53% de seus relatórios, sendo a ETE 03 com 83,33% de seus relatórios quadrimestrais

entregues, a ETE13 apresentou 66,66% dos relatórios, a ETE 02 e a ETE 07, apresentaram, 40% de entrega dos relatórios mensais, enquanto a ETE15 apresentou 43,33% de seus relatórios com 66,66% dos quadrimestrais entregues.

Em relação as ETE 21, 22, 24 e 25, que geram efluentes galvânicos, não foram encontrados relatórios/automonitoramento nos devidos processos de licenciamento, as ETEs 20 e 23 encontrava-se com o processo arquivado, porém sem registro de encaminhamento para outras providencias, já para as ETEs 26, 27 e 28, que são de atividades de fabricação de tintas, e fabricação de produtos químicos nessa mesma ordem, não foram exigidos automonitoramento nas licenças ambientais de ambas.

Durante essa lacuna em que não foi realizado o monitoramento para averiguar a qualidade dos efluentes tratados não se sabe se foram e ou estão sendo lançados no solo atendendo aos padrões estabelecidos nas regulamentações, constituindo-se em um iminente perigo, podendo vir a comprometer a qualidade do solo acarretando sérias consequências sobre as águas superficiais e subterrâneas e a biota do solo.

Ressaltando que grande parte destas ETEs tratam efluentes gerados na atividade de fabricação de joias e semijoias (galvanoplastia) utilizando em seu processo produtivo diversos tipos e altas concentrações de metais complexos, e despejam todo esse efluente no solo.

Outro ponto de alta relevância e preocupante a ser considerado é o fato de que grande parte dessas ETEs estão circundadas e localizadas em regiões com uma grande quantidade de poços de abastecimento público de água da CAGECE.

A Tabela 08 apresenta os valores dos percentis de 50 e 75% (P₅₀ e P₇₅) do número de relatórios enviados ao órgão ambiental em dois intervalos de tempo: quadrimestral e mensal, para o período de 2017 a 2021, de 19 diferentes ETEs (nomeadas de 1 a 19), que lançavam seus despejos no solo. A análise da Tabela 08 mostra que, com exceção dos valores do P₇₅ na ETE 7, que foi de três relatórios enviados para o período quadrimestral e os valores do P₇₅ na ETE 3, que foi de 12 relatórios enviados para o período mensal, nenhum dos demais valores de percentis (quadrimestral ou mensal) indicou atendimento a condicionante legal do envio de relatórios ao órgão ambiental.

Ressalta-se que não foi possível realizar a análise de percentis nas ETEs 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28 pelo simples motivo destas não apresentarem dados referentes ao período pesquisado.

Tabela 08: Percentis (P₅₀ e P₇₅) de relatórios enviados ao órgão ambiental das ETEs que lançaram seus despejos no solo, no período de 2017 a 2021

| | Quadrimestral | | Mensal | |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | P ₅₀ | P ₇₅ | P ₅₀ | P ₇₅ |
| ETE 1 | 2 | 3 | 8 | 11 |
| ETE 2 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| ETE 3 | 3 | 3 | 8 | 12 |
| ETE 4 | 0 | 1.5 | 0 | 4.5 |
| ETE 5 | 0 | 1.5 | 0 | 4 |
| ETE 6 | 1 | 1.5 | 0 | 0 |
| ETE 7 | 2 | 3 | 0 | 5 |
| ETE 8 | 0 | 1.5 | 0 | 5 |
| ETE 9 | 0 | 1.5 | 0 | 6 |
| ETE 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETE 11 | 0 | 2.5 | 0 | 0 |
| ETE 12 | 0 | 1.5 | 0 | 6 |
| ETE 13 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ETE 14 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| ETE 15 | 0 | 0.5 | 0 | 6 |
| ETE 16 | 0 | 0.5 | 0 | 0 |
| ETE 17 | 0 | 1.5 | 0 | 6 |
| ETE 18 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| ETE 19 | 0 | 0.5 | 0 | 0 |

Fonte: O autor

A Tabela 09 mostra que das 16 ETEs de empreendimentos analisadas referentes ao número de relatórios de automonitoramento foram exigidos pelo órgão ambiental para emissão da licença e quantos foram entregues ou encontrados nos processos destes empreendimentos. Os dados de automonitoramento mostrados nesta tabela são de efluentes industriais tratados por ETEs de atividades de fabricação de semijoias-bijuterias 11, 01 de curtume de couros peles, 01 de fabricação de laticínios e derivados de leite e 03 correspondentes à atividade de abatedouro com disposição na rede coletora de esgotos.

Da análise da Tabela 09 verifica-se que das 16 ETEs que lançavam seus efluentes na rede coletora de esgotos, somente 6,25% (ETE 07) apresentou/entregou integralmente seus relatórios de automonitoramento dos efluentes industriais ao órgão municipal licenciador, sendo que as ETEs 16, 06 e 08 foram as que apresentaram o menor número de automonitoramento ao órgão ambiental em torno de 0%, 6,66% e 13,33 % nessa ordem, que tratam efluentes de abatedouro, galvanoplastia e de curtume respectivamente. Das 16 ETEs a que apresentou menor índice de automonitoramento/relatórios foi a ETE 16, que trata efluente de abatedouro, já a ETE 07, 13, 01, 03, 02, 10, 04 ,05, que trata efluente de galvanoplastia foi a que apresentou o maior número de relatórios de automonitoramento com 100% entregues, as demais na mesma sequência em torno de 97,75%, 90%, 88,88%, 73,33%, 61,66%, 57,75%, 57,75% de relatórios entregues.

Em relação a ETE 14 que trata efluente de abatedouro, não foram encontrados relatórios/automonitoramento no processo de licenciamento, já para as ETEs 15 e 09, que tratam efluente de abatedouro e de fabricação de laticínios e derivados de leite, não foi solicitado automonitoramento na licença ambiental emitida.

O desconhecimento da qualidade desses efluentes tratados por essas ETEs no período em que não foram monitoradas pode estar comprometendo o tratamento biológico das ETE gerenciadas pela CAGECE, haja vista que, a grande maioria desse efluente é da atividade de galvanoplastia constituído por grandes concentrações de metais complexos, que podem estar levando concentrações desses metais acima dos limites estabelecidos nas normas.

Em relação a entrega dos automonitoramentos quadrimestrais das 16 ETEs, 06 (01, 02, 03, 07, 11 e 13) apresentaram maior índice com 100% entregues, as demais apresentaram variados percentuais as ETEs 04, 08, 10, ambas com 66,66%, a 05 com 44,44%, 06 com 33,33%, 12 com 55%, já a ETE16 foi a que apresentou menor índice de entrega de seus relatórios que foi 0%. Para as ETEs 09, 14 e 15 não foi exigido automonitoramento para elas.

Algumas ETEs que apresentarem quantidade de relatórios a mais do esperado justifica-se pelo fato de quando o empreendimento vai regularizar a operação seja por estar sem licença, por estar com ela vencida ou para renová-la, porém com os relatórios de automonitoramentos em atraso ou não realizados, o órgão licenciador local solicita laudos/relatórios atualizados para concessão da regularização ou renovação da respectiva licença.

Baseado na vazão das ETEs informadas pelo empreendedor no processo de licenciamento e na Portaria 151/2002 da SEMACE é usado como critério para solicitar ou não

os parâmetros diários/mensais a vazão de efluentes menor que a mínima exigida na mencionada portaria.

As lacunas entre um ano e outro sem registro de licença e ou monitoramento as hipóteses são que o processo está ou ainda estava tramitando no órgão licenciador, a licença pode está vencida e não foi solicitada a renovação ou pode ter sido o período crítico de pandemia (quando foi necessário a paralisação das atividades).

O monitoramento realizado pelo órgão licenciador aos empreendimentos licenciados deve ser de forma contínua, assim como o automonitoramento efetuado por estes. Mas de praxe o que ocorre é que os empreendimentos quando a licença vence suspendem o automonitoramento, até que órgão emita a nova licença. Pois raramente solicitam a renovação da licença nos 120 dias antes do vencimento conforme o CONAMA 237/97, deixando para fazer tal solicitação nos últimos dias de finalização do prazo.

Tabela 09: Frequência de entrega dos laudos do automonitoramento das ETE de empreendimentos de atividades de alto potencial poluidor degradador localizados em Juazeiro do Norte – CE, com disposição dos seus efluentes em rede coletora de esgoto

| ETE Rede coletora1 | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-------|----------|---------|
| ANO | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | Total | Esperado | Déficit |
| QUAD | - | - | 3 | 3 | SRL | 6 | 6 | 0 |
| MENS | - | - | 9 | 12 | - | 21 | 24 | 3 |
| ETE Rede coletora2 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | 3 | TMT | 3 | 6 | 6 | 0 |
| MENS | - | - | 4 | - | 12 | 16 | 24 | 8 |
| ETE Rede coletora3 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | 3 | 3 | TMT | 3 | 9 | 9 | 0 |
| MENS | - | 11 | 8 | - | 12 | 31 | 36 | 5 |
| ETE4 Rede coletora4 | | | | | | | | |
| QUAD | 1 | 2 | | 3 | SRS | 6 | 9 | 3 |
| MENS | 0 | 8 | SRLA | 12 | - | 20 | 36 | 16 |
| ETE Rede coletora5 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | 1 | 1 | 2 | 4 | 9 | 5 |
| MENS | - | - | 0 | 10 | 12 | 22 | 36 | 14 |

| ETE Rede coletora6 | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|----|----|----|
| QUAD | 1 | SRLA | SRLA | SRLA | SRLA | 1 | 3 | 2 |
| MENS | 0 | - | - | - | - | 0 | 12 | 12 |
| ETE Rede coletora7 | | | | | | | | |
| QUAD | 3 | SRLA | SRLA | SRLA | SRLA | 3 | 3 | 0 |
| MENS | 12 | - | - | - | - | 12 | 12 | 0 |
| ETE Rede coletora8 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | 2 | SRGL | ARQ | SRLA | 2 | 3 | 1 |
| MENS | - | 0 | - | - | - | 0 | 12 | 12 |
| ETE Rede coletora9 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | NS | SRLA | NS | SRS | - | 6 | 6 |
| MENS | - | NS | - | NS | - | - | 24 | 24 |
| ETE Rede coletora10 | | | | | | | | |
| QUAD | 2 | 1 | 2 | 3 | SRL | 8 | 12 | 4 |
| MENS | 8 | 4 | 5 | 12 | - | 29 | 48 | 19 |
| ETE Rede coletora11 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | SRLA | 3 | SRL | 3 | 3 | 0 |
| MENS | - | - | - | 4 | - | 4 | 12 | 8 |
| ETE Rede coletora12 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | 2 | 2 | 1 | 5 | 9 | 4 |
| MENS | - | - | 0 | 8 | 8 | 16 | 36 | 20 |
| ETE Rede coletora13 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | SRLA | SRLA | 4 | 4 | 4 | 0 |
| MENS | - | - | - | - | 11 | 11 | 12 | 1 |
| ETE Rede coletora14 | | | | | | | | |
| QUAD | - | SL | | - | - | - | - | - |
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE Rede coletora15 | | | | | | | | |
| QUAD | - | - | NS | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|----|---|-----|---|---|---|
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETE Rede coletora16 | | | | | | | | |
| QUAD | SRLA | SRLA | NS | 0 | SRS | 0 | 3 | 3 |
| MENS | - | - | - | - | - | - | - | - |

Legenda: SRLA - sem registro de licença ambiental; TMT - processo/tramitando; SRS - sem registro de solicitação de licença; SOL.Ren - solicitou renovação da licença; SOL.Reg - solicitou regularização da licença; NS - não solicitado; ARQ - processo arquivado; SL - sem laudo no processo; VEN - vencida; PAN - pandemia (período pandemia). Fonte: O autor.

A Tabela 10 apresenta os valores dos percentis de 50 e 75% (P₅₀ e P₇₅) do número de relatórios enviados ao órgão ambiental em dois intervalos de tempo: quadrimestral e mensal, para o período de 2017 a 2021, de 13 diferentes ETEs (nomeadas de 1 a 13), que lançavam seus despejos na rede coletora de esgoto. É possível observar na Tabela 10 o atendimento a condicionante legal nos valores de P₅₀ da ETE 3 e dos valores de P₇₅ das ETEs 1, 2 e 3. No intervalo mensal de envio de relatórios nenhuma ETE atendeu a condicionante legal, sendo o maior percentil de envio dos relatórios situado na ETE 3 com valores de P₇₅ iguais ou inferiores a 11,5.

Tabela 10: Percentis (P₅₀ e P₇₅) de relatórios enviados ao órgão ambiental das ETEs que lançaram despejos na rede coletora de esgoto, no período de 2017 a 2021

| | Quadrimestral | | Mensal | |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | P ₅₀ | P ₇₅ | P ₅₀ | P ₇₅ |
| ETE 1 | 0 | 3 | 0 | 10.5 |
| ETE 2 | 0 | 3 | 0 | 8 |
| ETE 3 | 3 | 3 | 8 | 11.5 |
| ETE 4 | 1 | 2.5 | 0 | 10 |
| ETE 5 | 1 | 1.5 | 0 | 11 |
| ETE 6 | 0 | 0.5 | 0 | 0 |
| ETE 7 | 0 | 1.5 | 0 | 6 |
| ETE 8 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ETE 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETE 10 | 2 | 2.5 | 5 | 10 |
| ETE 11 | 0 | 1.5 | 0 | 2 |
| ETE 12 | 1 | 2 | 0 | 8 |
| ETE 13 | 0 | 2 | 0 | 5.5 |

Fonte: O autor

Ao se fazer uma investigação na literatura que trata da matéria ora em apreço verificou-se que também muitos são os desafios enfrentados por órgãos ambientais de outros municípios brasileiros em relação a implementação de um eficiente programa de monitoramento ambiental de atividades potencialmente poluidoras.

Neste contexto, Santiago *et al.* (2016) identificou que na lista de variáveis utilizadas para avaliar os empreendimentos investigados em sua pesquisa, os piores resultados encontrados estavam relacionados com as variáveis que tratam especificamente da etapa de acompanhamento, onde foram observadas falhas que vão desde condicionantes não cumpridas a sistemas de tratamento de efluentes pouco eficientes. Ao analisarem o órgão ambiental, estes autores identificaram que as variáveis que tratam da condução da etapa de acompanhamento pelo órgão ambiental também apresentaram resultados insatisfatórios, indicando que o órgão ambiental não acompanhava os empreendimentos licenciados de maneira efetiva.

Na pesquisa de Bandeira et. al (2018) foi constatado que a estrutura legal do Estado da Bahia não estava organizada a ponto de proteger o meio ambiente dos riscos de impactos ambientais decorrentes do descarte irregular de efluentes industriais. Estes autores afirmaram ser necessária a criação de uma Política Estadual de Efluentes Industriais, mediante lei específica, como forma de regulamentar as condutas e contribuir para a garantia da qualidade dos efluentes lançados em corpos receptores, além de sanções imputáveis a instituições infratoras e dispositivos que operacionalizem a aplicação de técnicas relativas à produção mais limpa e à ecologia industrial.

Leite (2010), ao avaliar a situação do automonitoramento no Estado de Minas Gerais, no que tange às matrizes de efluentes e de águas, utilizando como referência o levantamento da situação dos processos de licenciamento ambiental na bacia do rio Itabirito, constatou a ausência de diretrizes e parâmetros que orientassem os técnicos sobre o que deveria ser solicitado para cada empreendimento, seja por seu porte, potencial poluidor ou tipo de atividade. Este procedimento culminou em decisões de caráter subjetivo por parte dos técnicos responsáveis pela análise dos processos de licenciamento, uma vez que pode implicar em tratamentos desiguais até mesmo para empreendimentos semelhantes. Ainda de acordo com tal autor, parte deste problema é reflexo da estruturação do órgão público, já que os servidores responsáveis pelo acompanhamento dos relatórios de automonitoramento não possuíam uma visão integrada do empreendimento ou mesmo não o conheciam, já que não participavam do licenciamento e da definição dos programas de automonitoramento.

5.3 Condição de funcionamento e o fluxo físico do setor de monitoramento do órgão ambiental municipal da área em estudo

Inicialmente é importante ressaltar que o sistema de monitoramento adotado pela AMAJU não dispõe de sistema informatizado suficiente para armazenar e gerar dados/informações. Ao invés disto, utiliza-se apenas a ferramenta Excel que através de sistemas de planilhas forma um banco de dados com todas as empresas cadastradas onde são inseridas poucas informações de monitoramento e automonitoramentos das licenças emitidas, de licenças recebidas pelos empreendedores e as resultantes das vistorias *in loco*. Com atualização sem um tempo determinado, mas geralmente semanal.

O mencionado sistema só fornece informações referentes aos dados gerais das empresas, número do processo/requerimento, data de protocolo, tipo de licença, técnico

responsável pela análise, pareceres técnicos emitidos, licenças emitidas e despachos que pode ser para o setor de fiscalização quando for o caso e arquivamento quando encerrado o prazo de vigência da licença ou quando cumprida todas as condicionantes.

Da mesma forma como os demais setores da AMAJU, a COAMA também convive com a escassez de pessoal e a ausência de um sistema informatizado capaz de gerar um banco de dados para consultas internas que agilize o envio e/ou o processo de buscas das informações pelos demais setores e até mesmo atender requisições do ministério público, impossibilitando o cumprimento de todas as atribuições incumbidas a ela. Desta maneira, o trabalho da COAMA causa apreensão pois pode se tornar mais uma fase de cumprimento simplesmente burocrática e não atingir seus principais objetivos que são: coleta e armazenamento de dados, estudo e acompanhamento contínuo e regular dos recursos ambientais cujo propósito é identificar e avaliar qualitativamente e quantitativamente os componentes ambientais (água, ar e solo) em um dado momento, apontar necessidades de adequação e correções, bem como avaliar as mudanças no decorrer do tempo.

A COAMA também não possui dados (ausência de controle) referentes às datas de recebimento dos documentos, relatórios, entre outros, referentes ao cumprimento de condicionantes entregues pelos empreendedores ao órgão, o que dificulta identificar quais empresas estão ou não cumprindo regularmente os prazos estabelecidos nas licenças emitidas, Termos de Ajustamento de Conduta (TACs), Termo de Compromisso Ambiental TCA, notificações, entre outros. Também não possui controle/informações da quantidade de relatórios, documentos, etc, recebidos das empresas no decorrer do prazo de vigência das licenças, sendo necessário buscá-la nos pareceres ou relatórios de monitoramento nos processos físicos, pela ausência de uma padronização nos procedimentos os documentos comprobatórios de condicionantes entregues pelo empreendedor, as vezes não estão anexados nos devidos processos de licenciamento que lhes deu origem e sim no posterior, que normalmente se encontra no setor de licenciamento para os procedimentos de praxe.

Essa ausência de informações/banco de dados dificulta o conhecimento, por parte do setor de licenciamento, das empresas que cumpriram ou não as condicionantes da licença anterior, quando recebe novo processo de licenciamento, seja de renovação ou regularização de licença por requerimento fora do prazo. Esta situação resulta em grandes possibilidades de ser emitida a renovação ou regularização da licença sem o cumprimento total das condicionantes estabelecidas, pois vários processos devido ao número insuficiente de veículos para atender demandas do órgão, o reduzido quadro de técnicos no setor, a grande demanda de

processos e o curto prazo de validade das licenças para as atividades sobretudo as de alto potencial poluidor gradador, são os principais fatores que contribuem para que muitos processos não sejam analisados e empreendimentos não cheguem a ser monitorados em tempo hábil pela COAMA, ou seja antes do novo pedido de regularização ambiental. Cabendo ao analista do licenciamento responsável pelo novo processo buscar essas informações na COAMA e ou pela consulta no processo físico no arquivo. Isso acarreta uma série de atrasos e problemas nos setores envolvidos como licenciamento, que devido ao tempo a mais dedicado a essa busca atrasa ainda mais a análise/trâmite dos demais processos que estão aguardando sua vez de chegar nesta etapa e na fiscalização pois em caso de descumprimento de condicionantes em que haja a necessidade da fiscalização atuar ficará prejudicada, deixando os empreendimentos funcionando de forma irregular e aquela sensação de impunidade aos empreendedores, motivando-os a permanecer na irregularidade.

Outro fato evidenciado que contribui para essas dificuldades do órgão monitorar é o fato de não haver normatizações ou padronização (fluxograma) para o trâmite do processo no setor, o que possibilitaria maior agilidade nas ações de análise dos processos, de notificações via ofícios, e as vistorias em campo.

A ausência de instrumentos legais coercitivos atribuindo ao setor de monitoramento do órgão ambiental maior poder de ação junto as empresas faria com que aumentasse o número de cumprimento das condicionantes, proporcionando maior celeridade e reduzindo o número de processos encaminhados a fiscalização.

Entendendo a importância do monitoramento sistemático das atividades altamente poluidoras exercidas no município de Juazeiro do Norte, as ações de acompanhamento, monitoramento e controle exercidas sob os empreendimentos e atividades instalados no município devem ser intensificadas e aperfeiçoadas, haja vista o baixo índice de empresas monitoradas pela AMAJU e o considerável número dessas empresas que não cumprem integralmente as condicionantes estabelecidas nas licenças, que são os relatórios e/ou laudos dos automonitoramento, realizados pelos próprios empreendedores, a serem entregues a AMAJU para adoção dos procedimentos padrão.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de um Plano de Automonitoramento de Efluentes Líquidos de Estações de Tratamento de Esgotos se constitui em uma importante ferramenta de gestão para obtenção e tratamento das informações, sistematizadas, que possibilitem a melhoria das atividades produtivas, a minimização dos impactos ambientais e o aperfeiçoamento da gestão ambiental dos recursos hídricos.

No âmbito do município de Juazeiro do Norte – CE existem 70 atividades classificadas como de alto potencial poluidor degradador, relacionadas predominantemente aos setores de galvanoplastia e de abatedouros de bovinos, suínos e aves. Porém, apesar de serem potenciais causadoras de impacto ambiental, algumas destas atividades estão localizadas em zona especial de interesse ambiental e também nas proximidades de poços de abastecimento público de água, necessitando, portanto, de um eficiente plano de automonitoramento para verificação do atendimento a condicionantes legais das fontes potenciais causadoras de impacto ambiental, necessitando, portanto, de um eficiente plano de automonitoramento para verificação do atendimento a condicionantes legais e instruções normativas.

Em relação a qualidade dos efluentes líquidos das ETE das atividades investigadas, quanto aos padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução do COEMA nº 02/2017 em cursos d'água, solo e rede coletora de esgotos, foi verificado o pleno atendimento as diretrizes de tal resolução. Contudo, este atendimento está associado à política interna do órgão ambiental, que consiste em arquivar nos processos apenas laudos com resultados satisfatórios em relação às condicionantes legais.

Outro aspecto importante refere-se ao fato da entrega de relatórios de automonitoramento, notadamente em relação a quantidade e a frequência de envio à autarquia municipal de meio ambiente, da maioria dos empreendimentos pesquisados, não atender a tal condicionante legal. Esta condição pode limitar a análise adequada do impacto da ETE ao ambiente local, impossibilitando que a função primordial do licenciamento ambiental seja cumprida.

Diante do exposto, vale ressaltar que o déficit na entrega de alguns relatórios por parte de alguns empreendimentos pode ser justificado pelas restrições sanitárias impostas por decretos (federal, estadual e municipal), resultando no fechamento/suspensão dessas atividades, em virtude do período pandêmico do Coronavírus (COVID-19), vivenciado em todo mundo.

Por fim, ressalta-se que os desafios enfrentados no contexto do controle da poluição ambiental por estações de tratamento de esgotos de atividades de alto PPD na área pesquisada estão associados, também, a dificuldades enfrentadas pelos gestores do órgão ambiental municipal responsáveis pelo licenciamento, fiscalização e monitoramento de tais equipamentos, as quais estão associadas, principalmente, ao reduzido corpo técnico e a ausência da infraestrutura mínima necessária para cumprir com as ações necessárias para o controle da poluição ambiental. Estas dificuldades são intensificadas pela ausência de planos de automonitoramento ambiental para as estações de tratamento de esgotos, considerando suas especificidades como o potencial poluidor degradador da atividade geradora dos efluentes, as tecnologias de tratamento e os corpos receptores.

Assim, para melhorar o sistema de monitoramento aqui discutido, é necessário suporte técnico, financeiro e institucional ao órgão ambiental, além de uma distinção em relação as exigências sobre a frequência das análises e a periodicidade da entrega dos relatórios de automonitoramento de efluentes líquidos, para empreendimentos com diferentes tipologias (PPD baixo, médio e alto) e classes (a qual define a frequência de entrega dos relatórios de automonitoramento). Esta medida, além de contribuir para a redução dos custos das análises laboratoriais pelos empreendimentos de baixo e médio PPD, diminuiria o tempo e esforço para análise dos relatórios de automonitoramento pelos técnicos envolvidos no processo, o que viabilizaria um melhor acompanhamento do órgão ambiental aos relatórios de monitoramento.

Espera-se que, através da disponibilização dessas informações, este estudo contribua de forma efetiva para aprimoramento do sistema de monitoramento/automonitoramento adotado pela Autarquia de Meio Ambiente para atividades potencialmente poluidoras e para o planejamento e gestão dos recursos ambientais, contribuindo para a sustentabilidade social, econômica e ambiental do município de Juazeiro do Norte.

Destaca-se como principais limitações desta pesquisa:

- Ausência de um banco de dados que permita uma avaliação por um maior período de tempo do atendimento das ETEs a condicionantes legais.
- Escassez de estudos prévios sobre o tema, em âmbito nacional e internacional referentes a temática abordada.

- A política adotada pelo órgão ambiental municipal, uma vez que considera efetivamente apenas os laudos com resultados satisfatórios, para atestar o atendimento a condicionantes legais pelas ETEs, não sendo, portanto, possível identificar falhas nas operações dos sistemas.

SUGESTÕES

Com fundamento nas conclusões obtidas nesta pesquisa é possível sugerir uma série de ações que possibilitarão aumentar a eficácia do automonitoramento de ETEs em Juazeiro do Norte, tais como:

- Criar uma equipe de trabalho envolvendo os setores de monitoramento, licenciamento e fiscalização para tratar de forma integrada as questões do automonitoramento no município.
- Normatizar o fluxo do automonitoramento no município visando à criação de um Sistema de Informação.
- Classificar as atividades efetiva ou potencialmente poluidoras conforme a vazão máxima de lançamento dos seus efluentes, definição das frequências de medições de amostragens e ensaios, e a periodicidade de apresentação dos relatórios de automonitoramento ao órgão ambiental responsável em função da vazão de lançamento, tipo de corpo receptor, tipologia da atividade, porte e potencial poluidor degradador;
- Normatizar os parâmetros a serem exigidos pela AMAJU no automonitoramento por todos os empreendimentos, considerando suas respectivas atividades ou tipologia da indústria.
- Padronizar os métodos de recebimento, análise, armazenamento e arquivamento de documentos relacionados ao automonitoramento e disponibilizar aos setores envolvidos o acesso à listagem de procedimentos.
- Normatizar as informações que devem constar nos relatórios de ensaio dos laboratórios pelos empreendedores, de modo a facilitar a identificação do processo de licenciamento e da condicionante e o período a que se refere.
- Fortalecer a Coordenadoria de Avaliação e Monitoramento Ambiental da AMAJU com uma estrutura técnica e operacional compatível com suas atribuições legais, sobretudo para cumprirem com as suas responsabilidades de acompanhar e fiscalizar as atividades ou empreendimentos licenciados, principalmente referentes ao cumprimento das condicionantes de automonitoramento;

- Dotar o setor com um banco de dados e um sistema de informação, com todas as informações relacionadas aos programas de automonitoramento dos empreendimentos para avaliação ou auditoria dos relatórios de automonitoramento;
- Realizar análises laboratoriais para efeito de contraprova dos laudos entregues pelos empreendimentos licenciados, principalmente quando da suspeita de alguma anomalia nos resultados e/ou medições.
- Elaborar um sistema de arquivamento relacionado ao processo técnico do empreendimento para organização de todos os documentos correlatos como, laudos e relatórios técnicos dos automonitoramentos, entre outros.

Assim espera-se que, com tais ações, a forma de gestão do órgão ambiental em Juazeiro do Norte melhore a eficiência dos processos de monitoramento propiciando uma maior integração entre os setores de licenciamento e fiscalização, instrumentos estratégicos na tomada de decisão e aprimoramento contínuo do planejamento e controle ambiental.

Por fim, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas com o intuito de identificar com exatidão a quantidade de empresas monitoradas pelo órgão ambiental, bem como a quantidade de empresas que apresentam relatório de automonitoramento dentro do prazo estabelecido nas licenças ambientais e o quantitativo de empreendimentos que não apresentam ou não cumprem as condicionantes e os procedimentos adotados pelo setor de monitoramento.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, R. **Impactos do lançamento de efluentes na qualidade da água do riacho Mussuré**, João Pessoa - PB, 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

ALTIERI, M. A.; MASERA, O; ALMEIDA, J; NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural sustentável na América Latina: construindo de baixo para cima. **Reconstruindo a agricultura: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre, Editora Universidade / UFRGS, 1997.

AMBISIS. **Atividades Sujeitas ao Licenciamento Ambiental e os Tipos de Licenças Ambientais**. Disponível em: <https://ambisis.com.br/etapas-do-licenciamento-ambiental>. Acesso em: 05 set. 2023.

ASSINE, M. L. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 3, p. 289 - 300, 1992.

BANDEIRA, A. P. N; Macedo, C.C.A; CLARINDO, G.S; LIMA, M.G.S; NETO, J.B.S. Assessment of potential surface degradation resulting from erosion processes in environmentally protected area. **Soils and Rocks**, v. 44, n. 1, p. 1–10, 31 mar. 2021.

BANDEIRA, A.A; ESQUERRE, K.R; BORGES, R.B. The regulation of the treatment and the final disposal of industrial effluents: the evaluation of the management of effluents in the Industrial Pole of Camaçari – State of Bahia, 2018.

BRASIL. CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental**. Conselho Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. CONAMA nº 357, de 15 de junho e 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Conselho Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Lei complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. **Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Presidência da República.

BRASIL. CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental**. Disponível em:

http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/legislacao/3.CONAMA_01/1986.pdf. Acesso em: 12 de maio. de 2023.

BRITO, A.S; BRITO, M.G.S.L; SIVA, F.J.A; ALMEIDA, F.S; AMARO, W.R.O.G. Conteúdo orgânico de rede natural de drenagem urbana no Cariri cearense, Nordeste do Brasil. **Revista DAE**, v. 71, n. 240, p. 216–229, 18 abr. 2023.

CEARÁ. COEMA Nº 02 de 11 de abril de 2019. **Dispõe sobre os procedimentos, critérios, parâmetros e custos aplicados aos processos de licenciamento e autorização ambiental no âmbito da Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE.** *Conselho Estadual do Meio Ambiente*. Resolução, Diário Oficial do Estado, Fortaleza, V. 11, n.092, p 147- 200, 17 mai. 2019. Seção 3.

CEARÁ. COEMA nº 07 de 12 de setembro de 2019. **Dispõe sobre a definição de impacto ambiental local e regulamenta o cumprimento ao disposto no art. 9º, XIV, a, da lei complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011 do Conselho Estadual do Meio Ambiente.** Resolução, Diário Oficial do Estado, Fortaleza, V. 11, n.182, p 46-56, 25 set. 2019. Seção 3.

CEARÁ. COEMA nº 02, de 02 de fevereiro de 2017. **Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002.** Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução, Diário Oficial do Estado, Fortaleza, V. 9, n.37, p 56-61, 21 fev. 2017. Seção 3.

CEARÁ. Portaria nº 151/2002. **Estabelece normas técnicas necessárias à execução e acompanhamento do Automonitoramento de efluentes líquidos das atividades industriais instaladas ou que venham a ser instaladas no território do Estado do Ceará.** Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Portaria, Diário Oficial do Estado, Fortaleza, V. 5, n.233, p 84-87, 06 dez. 2002. Seção 3

CEARÁ. **Superintendência Estadual do Meio Ambiente Licenciamento Ambiental do Ceará: Firmando a Cidadania Superintendência Estadual do Meio Ambiente**, Fortaleza, 2004.

CETESB - **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental** – www.cetesb.sp.gov.br acesso em outubro de 2023. CETESB, São Paulo. (2015).

FERREIRA, L.M.R; DIAS, C.L; IRITANI, M.A; GUILLAUMON, J.R; CASARINI.D.C.P; OKANO. O; FRISCH. HANS; TROEGER. UWE; SCHULER. GÜNTER **Restrições de uso e ocupação do solo em áreas de proteção de aquíferos: conceitos, legislação e proposta de aplicação no Estado de São Paulo.** In: Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas, 13. Cuiabá: ABAS, 2004. CD-ROM.

FONTELLES, M. J; SIMÕES, M.G; FARIAS, S.H; FONTELLES, R.G.S. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Rev. para. Med.** 2009

FLORENCIO, E. **O automonitoramento no Estado de Minas Gerais - estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Itabirito**. 2010. 115 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

GUEDES, T.A. et al. **Projeto de Ensino: Aprender Fazendo Estatística**, 2015.

HELENE, L.P.I. **Diagnóstico ambiental de solo contaminado por cromo de curtume em Motuca (SP) por métodos geofísicos**, 2016. Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2016.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Municipal: Juazeiro do Norte**. Governo do Estado do Ceará, 2017. Disponível em: <[https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Juazeiro do Norte 2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Juazeiro%20do%20Norte%202017.pdf)>. Acessado em: 05 set. 2022.

JUAZEIRO DO NORTE. Lei nº 2570, de 08 de setembro de 2000. **Dispõe sobre o Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo da Cidade de Juazeiro do Norte e dá outras providências**. Juazeiro do Norte, Juazeiro do Norte, CE,2000.

JUAZEIRO DO NORTE. **DECRETO Nº 486**, de 15 de agosto de 2011. Disponível em: https://www.juazeironorte.ce.gov.br/arquivos/3535/DECRETO_486_2011_0000001.pdf. Acesso em: 23 de maio de 2023.

TARAZONA, J.V. Pollution, Soil, Editor(s): Philip Wexler, Encyclopedia of Toxicology (Third Edition), Academic Press, 2014.

LEITE, M. **O automonitoramento no Estado de Minas Gerais - estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Itabirito**. 2010. 115 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

MALUNGA, J. M. **Avaliação da eficiência na remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos totais na estação de tratamento de águas residuais da Cidade da Beira**, 2015.

MMA/IBAMA, **Guia de Procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal**, Brasília 2002.

RECKZIEGEL, T. **Modelo conceitual de contaminação por emissão de efluente no solo - bacia escola campus/UFSM**, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

LEJRI, R; YOUNES, S. B; ELLAFI, A; BOUALLEGUE, A; MOUSSAOUI, Y, CHAIEB, M; MEKKI,A. Physico-chemical, microbial and toxicity assessment of industrial effluents from the southern Tunisian tannery, **Journal of Water Process Engineering**, Volume 47, 2022.

SÁ, B. T. C. E; MOREIRA, P.B.A; MEIRELES, A.C.M; BRITO, M.G.S.L. Qualidade ambiental de riacho no nordeste brasileiro e alternativas às paisagens de rios urbanos: revisão. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 10, p. 599–613, 18 dez. 2021.

SANTIAGO, C. S. **Avaliação da etapa de acompanhamento do licenciamento ambiental de abatedouros e laticínios no Sul de Minas Gerais**. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015.

ALI, S.M.; SABAE, S.Z; FAYEZ, M; MONIB, M; HEGAZI, N.A. The influence of agro-industrial effluents on River Nile pollution. **Journal of Advanced Research**, Volume 2, Issue 1, 2011.

SILVA, B. N. P. **Avaliação da eficiência da estação de tratamento de efluentes sanitários do Baldo**. Monografia (Curso de Bacharel em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2015.

SILVA, C.J.C; BRITO, A.S; BRITO, M.G.S.L; ARAUJO, A.O; MENDONÇA, L.A.R; SILVA, F.J.A; BARBOSA, H.T. Estudo dos Mecanismos de Retenção de Metais Pesados em Sedimentos de Leitos de Rios e de Lagoas em Aluviões de Bacias Sedimentares Areníticas, **International Journal of Environment and Pollution Research**, v. 10, n. 3, p 39-55, 2022.

SILVA. C.G; OLIVEIRA.F.F;GOMES.J.B;MONTEIRO. I.P. LIMITES PLANETÁRIOS: POLUIÇÃO QUÍMICA, UMA QUESTÃO DE SAÚDE PÚBLICA REVISTA DO CEDS. **Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**. n. 4, v.1 – março/julho 2016 – Semestral Disponível em:<http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds>.

SCHLUSAZ, M. **Avaliação da Eficiência da Estação de Tratamento de Efluente (ETE - Ronda, Ponta Grossa - PR) Através da Análise de Parâmetros Físico-químicos**, 2014.

SOUSA, I fórum do Rio Preto. **Avaliação de Impacto Ambiental: licenciamento ambiental de Pequenas Centrais e Hidrelétricas**. Rezende, RJ, 2012.

YAMAGUCHI, T. E.; SOUZA, M. C.M. FRANÇA: A CONSTRUÇÃO DO DIREITO AMBIENTAL EM UM PAÍS DESENVOLVIDO. **Revista Tópos**, SP, 2013.

ANEXO

Quadro 6 - Alterações nas Zonas Especiais do município de Juazeiro do Norte desde a criação do PDDU 2000 até o ano 2018.

| ZONAS ESPECIAIS | | | | |
|-----------------|------------|--|--|---|
| ZONA ORIG. | ZONA ATUAL | LEI | ALTERAÇÃO | OBSERVAÇÃO |
| ZE2 | ZUM | Lei nº 4309 de 10 de abril de 2014- Art 1º | Transforma parte da Zona Especial (ZE2) do Bairro Timbaúbas em Zona de Uso Misto (ZUM) | Prolongamento da Rua Migelina Araújo sentido sul/norte em uma extensão de 170m, seguindo em direção leste em extensão de 550m até o prolongamento da malha cicloviária trecho 08 no sentido norte/sul numa extensão de 300m até o prolongamento da Rua Projetada 103. |
| ZE1/ZCES/ZR1 | ZR4/ZI | Lei nº 4309 de 10 de abril de 2014- Art 5º | Transforma 02 (duas) ZE1 em 01 (uma) ZR4 e 01 (uma) ZCES em 01 (uma) ZR1 em 01 (um) ZI. | Altera a Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano que tratam os arts. 35, 38 I,II, III, IV, V e VI e 58 II da Lei nº 2570 de 08 de dezembro de 2000 |
| ZE2 | ZCSE | Lei nº 4317 de 22 de maio de 2014- Art 4º - § 2º | Transforma a área compreendida entre a Avenida Ailton Gomes até a Avenida Antônio Pereira da Silva, fazendo limite com a Rua Otônio Lira da Cruz de ZE2 para ZCSE | § 2º acrescido no Art 5º da Lei nº 4.309 de 10 de abril de 2014 |
| ZE1 | ZCSE | Lei nº 4317 de 22 de maio de 2014- Art 4º - § 5º | Transforma a ZE1 (Zona do Parque Central) localizada no centro da cidade em ZCSE | § 5º acrescido no Art 5º da Lei nº 4.309 de 10 de abril de 2014 |
| ZE5 | ZR4 | Lei nº 4.319 de 22 de maio de 2014- Art 1º- § 1º | Transforma parte da Zona Especial (ZE5) em Zona Residencial (ZR4), localizada ao norte da Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra com largura de 150,00m e extensão de aproximadamente 700m ao longo da via, no sentido oeste/leste, com início na ZR4 existente. | Altera a Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano que tratam os arts. 35, 38 I,II, III, IV, V e VI e 58 II da Lei nº 2570 de 08 de dezembro de 2000. Anexo II, Módulo 1 em anexo, parte integrante da Lei. |

| | | | | |
|-----|-----|---|---|--|
| ZE3 | ZR4 | Lei nº 4.319 de 22 de maio de 2014.- Art 1º- § 2º | <p>Transforma parte da ZE3 que se localiza ao Sul da Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra, com largura de 100,00m , estendendo-se da Zona ZR4 existente, no sentido oeste/leste, ao longo das Avenidas Lindalva Rodrigues Bezerra e do Agricultor, até a Avenida Joaquim Romão Batista (prolongamento da Rua São Pedro) em Zona Residencial (ZR4).</p> | <p>Altera a Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano que tratam os arts. 35, 38 I,II, III, IV, V e VI e 58 II da Lei nº 2570 de 08 de dezembro de 2000. Anexo II, Módulo 1 em anexo, parte integrante da Lei.</p> |
| ZE5 | Z1 | Lei nº 4.319 de 22 de maio de 2014.- Art 1º- § 3º | <p>Transforma parte da ZE5 localizada ao norte da Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra e da Avenida do Agricultor numa extensão de aproximadamente 500,00m, M.A. 250,00m a oeste do eixo da Avenida do Agricultor, com início na Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra, sentido sul/norte, por uma extensão de 510,00m (quinhentos e dez metros), posteriormente, no sentido oeste/leste (paralela a Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra), numa extensão de 460,00m, posteriormente no sentido norte/ sul, numa extensão de 310,00m, até a Avenida do Agricultor, e por esta até o ponto inicial em Zona (Z1).</p> | <p>Altera a Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano que tratam os arts. 35, 38 I,II, III, IV, V e VI e 58 II da Lei nº 2570 de 08 de dezembro de 2000. Anexo II, Módulo 1 em anexo, parte integrante da Lei.</p> |
| ZE5 | ZR4 | Lei nº 4.319 de 22 de maio de 2014.- Art 1º- § 4º | <p>Transforma parte da ZE5 que se localiza ao norte da Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra e da Avenida do Agricultor a 510,00m, da Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra, sentido sul/norte, e por esta numa extensão de 810,00m, posteriormente, no sentido oeste/leste numa extensão de 460,00m, (paralela a Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra), posteriormente numa extensão de 810,00m, no sentido norte/sul, posteriormente, no sentido leste/oeste, numa extensão de 460,00m, até o ponto inicial em Zona Residencial (ZR4).</p> | <p>Altera a Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano que tratam os arts. 35, 38 I,II, III, IV, V e VI e 58 II da Lei nº 2570 de 08 de dezembro de 2000. Anexo II, Módulo 1 em anexo, parte integrante da Lei.</p> |

| | | | | |
|-----|-----|--|--|--|
| ZE5 | ZR4 | Lei nº 4.319 de 22 de maio de 2014- Art 1º- § 5º | Transforma parte da ZE5 que se localiza ao norte da Avenida do Agricultor e da Avenida Joaquim Romão Batista, com largura de 150,00m e estendendo-se ao longo das citadas vias, até a Avenida Padre Jezu Flor (via de acesso ao Horto) em Zona Residencial (ZR4). | <p>1. Altera a Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano que tratam os arts. 35, 38 I,II, III, IV, V e VI e 58 II da Lei nº 2570 de 08 de dezembro de 2000. Anexo II, Módulo 1 em anexo, parte integrante da Lei.</p> <p>2. As Zonas ZR2 existentes e inseridas na nova Zona ZR5, foram mantidas.</p> |
| ZE3 | ZR4 | Lei nº 4.766 de 13 de setembro de 2017- Art 1º | Transforma parte da Zona Especial (ZE3) em Zona Residencial (ZR4) | <p>Altera a Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano do Município de Juazeiro do Norte, da Gleba I com área de 127.050,69 com 295,29 metros com a Rua Valdeice Leandro Menezes de Figueiredo, onde mede 438,94 metros ao Leste da Gleba II, com as Terras de José Rosenberg da Costa, onde mede 601,24 metros ao Oeste com as terras do Senhor Francisco Macêdo da Cruz, medindo 234,11 metros ao norte, com as terras de Antônio Gonçalves da Silva.</p> |
| ZE5 | ZR4 | Lei nº 4.869 de 11 de Junho de 2018 | Transforma parte da ZE5 que se localiza ao Norte da Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra e da Avenida do Agricultor, numa extensão de aproximadamente 500,00m, M.A. 250,00m a Oeste do eixo da Avenida do Agricultor, com início na Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra, sentido Sul/Norte, por uma extensão de 510,00m, posteriormente no sentido Oeste/Leste (paralela a Avenida Lindalva Rodrigues Bezerra), numa extensão de 460,00m, até a Avenida do Agricultor, e por esta até o ponto inicial em ZR4. | <p>Modifica o § 3º do Art 1º da Lei Municipal nº 4.319 de 22 de maio de 2014 que altera a Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano.</p> |

Fonte: AMAJU (2019) apud Nascimento (2020).