

ANÁLISE DAS OPERAÇÕES DA COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE (CAERN) SOB A PERSPECTIVA AMBIENTAL

Genuíno Medeiros de Sousa¹
Thyago de Melo Duarte Borges²

RESUMO

O objetivo deste estudo é investigar os potenciais impactos ambientais associados aos processos de implantação do saneamento básico conduzidos por uma companhia de abastecimento de águas e esgotos e a desenvolver propostas de melhorias para mitigar esses impactos. A pesquisa, classificada como aplicada, descritiva exploratória e qualitativa, emprega o método de estudo de caso para modelar os processos da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), identificar e classificar os aspectos e impactos ambientais, e elaborar um plano de implantação das propostas. As propostas de melhorias visam reduzir a geração de resíduos e o desperdício de água, promovendo práticas mais sustentáveis na empresa. Isso inclui o desenvolvimento de um plano de gerenciamento de resíduos, o estímulo ao uso de materiais reciclados/recicláveis, programas de educação ambiental para os trabalhadores, seleção criteriosa de produtos químicos, treinamento em manuseio seguro de produtos químicos, avaliação de impacto ambiental abrangente e implementação de sistemas de recuperação e tratamento de água estagnada nas tubulações. Essas propostas não apenas buscam melhorar os processos da CAERN, mas também contribuir para a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade dos recursos hídricos na região.

PALAVRAS-CHAVES: Saneamento Básico. CAERN. Gestão Ambiental. Análise de processos.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Chaves (2021), a Organização das Nações Unidas (ONU), em colaboração com os Estados e a comunidade científica, promoveram a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente como resposta às inquietações em relação ao destino do planeta. Isso ocorreu devido às preocupações decorrentes dos problemas ambientais, amplamente atribuídos à intervenção humana em busca de avanço industrial, crescimento demográfico, proporcionando assim uma exaustão dos recursos naturais.

A sociedade sem um planejamento de crescimento e desenvolvimento sustentáveis é uma das principais causas dos desafios ambientais. É crucial dar atenção às questões ambientais devido aos crescentes impactos ambientais negativos, não apenas ao meio ambiente como na sociedade como um todo. Tanto o Brasil quanto o mundo enfrentam problemas ambientais preocupantes, como desmatamento, mudanças climáticas, poluição do ar e da água, degradação do solo, produção de resíduos, aumento da população, extinção de espécies. Além disso, o aumento do consumo de água e a geração excessiva de resíduos, devido ao consumo elevado de bens materiais, estão entre as principais causas dos impactos ao meio ambiente (Mucelin; Bellini, 2008).

Uma das maneiras de uma sociedade reduzir seus impactos ambientais e proporcionar maior qualidade de vida a população é a partir do investimento em saneamento básico de suas cidades. No que consiste ao saneamento básico no Brasil, muitas regiões ainda enfrentam sérios problemas de carência desse sistema básico, em grande parte relacionado ao processo de crescimento e expansão das cidades brasileiras.

Em muitos casos, esse crescimento ocorreu de forma rápida e com deficiências no planejamento urbano (Chaves, 2021).

Investir em saneamento básico é primordial pois resultará em vantagens como: garantia da segurança dos recursos hídricos, evita o surgimento de doenças, diminui disparidades sociais, conserva o ecossistema, fomenta o crescimento econômico local, planeja de forma eficiente o uso do solo e previne ocorrências adversas como desastres ambientais, inundações, escassez de água e contaminação. É importante destacar que é necessário implementar atividades educativas voltadas para as questões socioambientais, a fim de colaborar com a população na busca pela melhoria e harmonia entre a humanidade e o meio ambiente (Amorim, 2015).

O acesso à água potável e o saneamento básico são direitos fundamentais para garantir a qualidade de vida e a saúde da população. No entanto, o Brasil enfrenta desafios significativos na garantia do acesso à água tratada e à coleta de esgoto. Milhões de brasileiros ainda vivem sem acesso adequado a esses serviços essenciais, o que resulta em sérias consequências para a saúde pública e para o meio ambiente.

Em 2021, o Brasil investiu mais de 17,3 bilhões de reais em saneamento básico. No entanto, apesar desse esforço financeiro, quase 100 milhões de brasileiros, o que representa 44,2% da população, ainda não têm acesso à coleta de esgoto. A situação da água tratada é relativamente melhor, com 84,2% dos brasileiros desfrutando desse benefício. No entanto, as consequências da falta de saneamento são visíveis, com quase 130 mil internações registradas no mesmo ano devido a doenças transmitidas pela água. Apenas 55,8% dos habitantes têm a conveniência de conexão à rede de esgoto (TrataBrasil, 2021).

Chaves (2021) ressalta que a falta ou a prestação inadequada de serviços de saneamento básico resulta em riscos para a saúde pública, uma vez que propicia o surgimento de diversas doenças, além de contribuir para a desnutrição, a perpetuação da pobreza e a falta de higiene pessoal. Como resultado, a qualidade de vida da população é prejudicada, e isso também tem efeitos negativos sobre o meio ambiente.

Nesta perspectiva, a empresa responsável pelo saneamento básico no estado do Rio Grande do Norte (RN) é a fundação da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Esta fundação foi criada em 2 de setembro de 1969, por iniciativa do então governador Monsenhor Walfredo Gurgel. A CAERN é uma entidade que se dedica à captação, purificação e distribuição de água potável, além do processamento e descarte adequado de resíduos de esgoto (Oliveira, 2016).

A CAERN atua como uma empresa de propriedade mista, operando no contexto de uma economia que combina os setores público e privado. Seu propósito principal reside na aprimoração da qualidade de vida dos seus utilizadores, atuando com um caráter inovador e alinhado com as necessidades da sociedade, enquanto cumpre suas obrigações com a economia e o meio ambiente (Oliveira, 2016).

Desta feita, considerando a importância dos processos inerentes ao saneamento básico e considerando que estes também podem causar impactos ambientais, o objetivo geral desse estudo consiste em propor propostas de melhorias que possam reduzir os impactos ambientais ocasionados pelos processos de implantação do saneamento básico conduzido pela CAERN. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: modelar os principais processos realizados pela CAERN; identificar todos os aspectos e impactos ambientais referentes aos processos em questão; propor soluções que possam mitigar os impactos ambientais ocasionados pelos processos escolhidos e elaborar um plano de implantação das propostas.

A primeira seção deste estudo tem como propósito introduzir o leitor ao tema de pesquisa e esboçar os objetivos do trabalho. Na segunda seção, serão abordados aspectos

teóricos fundamentais por meio de uma revisão da literatura, explorando temas como gestão ambiental e saneamento básico. A terceira seção detalha a metodologia adotada, delineando as etapas da pesquisa. A quarta seção engloba a análise dos resultados, apresentando uma descrição detalhada do caso, a modelagem dos processos, a identificação dos aspectos e impactos ambientais, bem como a proposta de melhorias e sua implementação, utilizando o método 5W1H. Na quinta seção, são delineadas as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na seção de fundamentação teórica, são explorados os conceitos e práticas fundamentais relacionados à gestão ambiental e ao saneamento básico. Aborda-se a importância da preservação dos recursos naturais, a mitigação dos impactos ambientais e as estratégias de gestão para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas. Além disso, discute-se a relevância do saneamento básico na promoção da saúde pública e na melhoria da qualidade de vida das comunidades, destacando a necessidade de políticas e ações integradas para enfrentar os desafios ambientais e sanitários contemporâneos.

1.1 GESTÃO AMBIENTAL

É importante compreender a gestão como um ato de conduzir, dirigir, coordenar, estruturar, projetar e avaliar de forma eficaz um procedimento. Isso abrange as abordagens técnicas, a consideração das pessoas envolvidas e a compreensão do contexto em que os processos são operados (Chiavenato, 2014).

Conforme Donaire (1999), a gestão ambiental é um sistema de administração empresarial voltado para a sustentabilidade, buscando implementar práticas que minimizem o impacto das atividades econômicas no meio ambiente. Ainda segundo o mesmo autor, esse tema tornou-se central em discussões globais, envolvendo diversos países, impulsionado pela disponibilidade de tecnologias atuais, processos de globalização e regulamentações que promovem o desenvolvimento sustentável.

Um dos instrumentos utilizados pela gestão ambiental, é o planejamento e implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). O SGA compreende uma série de passos coordenados que têm como propósito auxiliar uma empresa a compreender, regular e reduzir os efeitos que suas ações, produtos ou serviços causam ao meio ambiente. Este sistema é fundamentado na adesão às leis ambientais brasileiras em vigor e na busca constante pela melhoria da performance ambiental da organização (Ruppenthal, 2014). Ou seja, o SGA é de fundamental importância para a redução dos impactos ambientais negativos.

Nesta perspectiva, é fundamental a definição do conceito de impactos ambientais. Segundo a resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 01 de 1986, impactos ambientais são modificações nos aspectos químicos, físicos e biológicos do ecossistema, resultantes das ações humanas, que impactam tanto de maneira direta quanto indireta à saúde, a segurança, o conforto da comunidade, a excelência de vida e as atividades econômicas e sociais, assim como as características visuais e higiênicas do ambiente circundante.

Em se tratando de aspecto ambiental, a NBR ISO 14001 (2004), a qual aborda sobre a implantação de um SGA, define um aspecto ambiental como um componente das operações, itens e serviços de uma entidade, que têm a capacidade de interagir com o ambiente circundante. Ainda segundo esta NBR, esse aspecto pode estar relacionado a

uma máquina ou aparelho, bem como a uma ação realizada por qualquer pessoa que possa gerar ou apresentar a probabilidade de gerar algum efeito no meio ambiente.

A norma NBR ISO 14001 enfatiza a identificação dos aspectos ambientais relevantes, uma vez que há diversos aspectos envolvidos em um processo. Um aspecto ambiental relevante é aquele que causa um impacto ambiental de considerável importância.

Dentre as várias estratégias ambientais a serem aplicadas dentro de uma empresa, pode-se destacar a estratégia da Produção mais Limpa (P+L). Essa estratégia ambiental é importante pois avalia os aspectos ambientais no que consiste a sua possibilidade de gerar grandes impactos ambientais. A P+L consiste na implementação contínua de uma abordagem ambiental proativa e integrada às operações, produtos e serviços, com o objetivo de aprimorar a eficiência ecológica e diminuir os potenciais impactos adversos sobre os seres humanos e o ecossistema (Ruppenthal, 2014).

Esta abordagem é relevante para os procedimentos de produção, produtos e serviços, tendo como base a prevenção da contaminação. Em outras palavras, abrange qualquer método, procedimento, técnica ou tecnologia direcionada à redução, ou completa eliminação, desde a origem, da quantidade, concentração e/ou toxicidade dos resíduos gerados (Ruppenthal, 2014).

Com o respaldo da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), em 1995, o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) foi estabelecido em colaboração com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) do Rio Grande do Sul. Sua missão principal consiste em promover a Produção mais Limpa (P+L) no Brasil por meio de capacitações, consultorias e disponibilização de informações tecnológicas em diversos estados do país. A Rede Brasileira de P+L surgiu em 1997 como resultado da parceria entre sete organizações, incluindo CEBDS, SEBRAE, Banco do Nordeste, CNI, FINEP, PNUMA e PNUD. Seus objetivos incluem a disseminação das práticas de P+L e a redução ou minimização dos impactos ambientais (Kanno, 2017).

A abordagem da P+L adota uma conduta preventiva em resposta à responsabilidade financeira aumentada decorrente dos custos de controle de poluição e tratamentos posteriores. Relativamente aos procedimentos de produção, direciona os esforços para economizar matéria-prima e energia, eliminar a utilização de substâncias tóxicas, e reduzir tanto as quantidades quanto a toxicidade de resíduos e emissões (Nascimento, 2016).

Outra estratégia ambiental relevante a ser implantada por uma organização é a correta gestão dos resíduos gerados por seus processos e atividades. Nesta perspectiva, é consenso que a exploração desenfreada e o consumismo desmedido estão acelerando os danos à natureza, uma consequência direta desse padrão de desenvolvimento. Esse comportamento impulsiona a produção excessiva e o manejo inadequado de resíduos, emergindo como um dos dilemas ambientais mais sérios na contemporaneidade (Lima, 2018).

Ainda segundo Lima (2018), isso se evidencia no modo inadequado como os resíduos sólidos são eliminados, especialmente nos depósitos improvisados, gerando uma série de complicações como odores intensos e desagradáveis, poluição estética, além da contaminação das águas, tanto subterrâneas quanto superficiais.

A ausência de uma gestão apropriada dos Resíduos Sólidos acarreta uma série de impactos tanto no meio ambiente quanto na sociedade. Historicamente, observa-se que o manejo inadequado do lixo tem resultado em uma falta de acondicionamento adequado desses resíduos. Essa abordagem, por sua vez, tem conduzido a uma série de complicações, incluindo a poluição de fontes de água, empobrecimento do solo e o

aumento de doenças, o que consequentemente afeta negativamente o bem-estar humano. É evidente que os Resíduos Sólidos que não são tratados de forma ambientalmente responsável têm um impacto direto na qualidade do ar, do solo e da água (Garcia *et. al*, 2016).

Os resíduos na forma sólida e semissólida são provenientes de uma variedade de fontes, incluindo atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de limpeza. Além disso, essa categoria também engloba os lodos resultantes de sistemas de purificação de água, bem como os resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição. Também estão inclusos líquidos que, devido às suas características, não podem ser descartados de maneira prática nas redes públicas de esgoto ou corpos d'água (ABNT NBR ISO 14001:2004).

Uma estratégia importante no auxílio da gestão dos resíduos é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305 de agosto de 2010, a qual aborda os princípios, metas, ferramentas e diretrizes para a administração e manejo de resíduos sólidos, exceto os resíduos radioativos, que são regulados por legislação específica. O Artigo 1º, inciso 1º da PNRS é explícito ao afirmar que pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que estejam envolvidas direta ou indiretamente na geração de resíduos sólidos, bem como nas ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento, devem cumprir as disposições da lei. Portanto, todos são responsáveis pelos resíduos sólidos produzidos, sem exceções (Brasil, 2010).

1.2 SANEAMENTO BÁSICO

A palavra saneamento tem suas raízes no termo latino "*sanus*", que remete a conceitos como "saúde sólida" e "bem-estar". Refere-se a um conjunto de ações destinadas a transformar um local em um ambiente higiênico e habitável, propício para uma vida adequada. Esse sistema pode abranger "uma série de medidas com o propósito de conservar ou alterar as circunstâncias do ambiente, visando evitar doenças e fomentar o bem-estar" (Santos, 2007).

O saneamento básico, conforme estabelecido pela Lei Federal nº 11.445/2007, engloba uma série de ações que incluem o abastecimento de água, o tratamento de esgoto, a gestão dos resíduos sólidos e o controle das águas pluviais. Essa legislação atribui novas responsabilidades aos municípios, designando-os como detentores dos serviços. Isso inclui a implementação da política de saneamento e a formulação do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). A administração desses serviços abrange diversas atividades, desde o planejamento até a prestação dos serviços, bem como a regulação e supervisão. Todas essas etapas estão sujeitas a uma participação ativa da comunidade e a um controle social (Brasil, 2019).

Quando a Política Nacional do Saneamento Básico entrou em vigor, não apenas estabeleceu legalmente os serviços públicos de: tratamento de esgoto, gestão de águas pluviais urbanas, fornecimento de água potável e gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana, mas também incorporou em seu artigo 2º os princípios fundamentais que devem nortear a prestação desses serviços. Em outras palavras, quando um órgão governamental assume a responsabilidade pelo Saneamento Básico, seja diretamente ou através de uma empresa concessionária, é obrigado a assegurar a aplicação dos princípios delineados (Richter, 2018).

É indiscutível que os direitos sociais têm a finalidade de assegurar aos indivíduos a capacidade de exercer e desfrutar de direitos fundamentais, a fim de garantir-lhes uma existência digna, por meio das salvaguardas e proteções fornecidas pelo estado de direito. A ausência de saneamento básico, por outro lado, representa um fator profundamente

prejudicial, resultando na má qualidade de vida da população. Portanto, é evidente que uma gestão ineficaz acarreta despesas ainda maiores, visto que investir em saneamento equivale a investir na saúde, conforme previsto na Constituição (Costa; Silva, 2022).

Apesar das melhorias observadas nas leis relacionadas ao saneamento básico, ainda se enfrenta desafios significativos em traduzir essas mudanças em resultados tangíveis. O saneamento básico é uma atividade indispensável em todas as suas etapas, abrangendo desde o fornecimento de água potável até a gestão das águas pluviais. É um pilar fundamental para o progresso de qualquer sociedade. As iniciativas relacionadas ao saneamento têm como objetivo preservar o ambiente em um estado apropriado, com a finalidade de melhorar o bem-estar humano e minimizar impactos adversos à saúde.

3 METODOLOGIA

No que tange a classificação dessa pesquisa, pode-se classificar esse trabalho nos devidos aspectos: pesquisa aplicada, descritiva exploratória, qualitativa e que utiliza do método de estudo de caso. Em relação a natureza da pesquisa, trata-se de uma pesquisa aplicada, em que de acordo com Gil (2008) é moldada pelas suas descobertas, sendo enriquecida à medida que avança. Contudo, ainda de acordo com o autor, seu traço distintivo reside na priorização da aplicabilidade, do uso e das repercussões práticas do conhecimento gerado. Seu enfoque está menos na construção de teorias de relevância universal e mais na pronta aplicação em contextos e circunstâncias concretas.

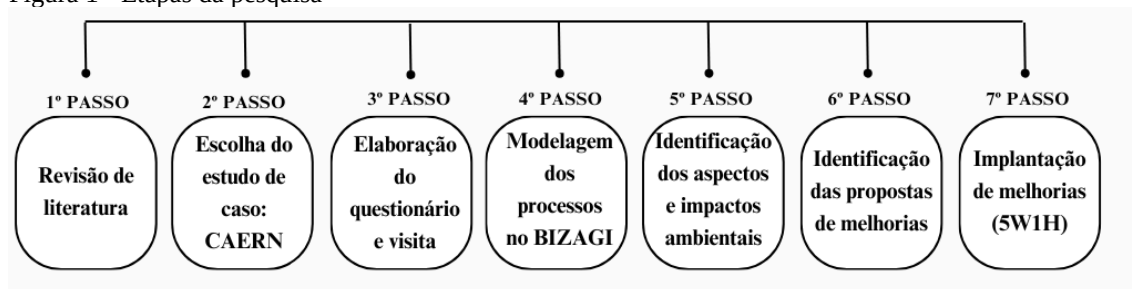
Quanto aos objetivos da pesquisa, refere-se a uma pesquisa descritiva-exploratória. A pesquisa descritiva tem como objetivo primordial descrever as particularidades de uma população ou fenômeno específico, assim como estabelecer conexões entre variáveis. Uma vasta gama de estudos pode ser categorizada sob esse rótulo, e uma de suas características mais notáveis reside no emprego de métodos padronizados para a coleta de dados. Já a pesquisa exploratória é empregada quando é essencial esclarecer o problema de maneira mais precisa. Seu propósito é fornecer critérios e compreensão iniciais (Oliveira, 2011).

A pesquisa tem uma abordagem qualitativa, em que orienta a análise dos dados na busca por compreender os significados inerentes, ancorando-se na percepção do fenômeno no contexto em que ocorre. A abordagem descritiva de natureza qualitativa busca não somente retratar a superfície visível do fenômeno, mas também capturar suas características essenciais, investigando sua origem, interconexões e transformações, além de tentar antever as implicações resultantes (Oliveira, 2011).

A metodologia da pesquisa quanto ao procedimento, trata-se de um estudo de caso. De acordo com Yin (2005), O estudo de caso é uma investigação prática que examina um evento contemporâneo no âmbito de sua situação real, onde as fronteiras entre o evento e o contexto não estão nitidamente demarcadas e múltiplas fontes de comprovação são empregadas.

No que consiste ao método do estudo de caso, alguns passos foram realizados para o alcance dos objetivos propostos. A figura 1 apresenta essas etapas.

Figura 1 - Etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2024)

O primeiro passo do método consistiu na realização de uma revisão básica da literatura sobre os temas de gestão ambiental e saneamento básico. A revisão de literatura desempenha um papel essencial na pesquisa, proporcionando uma base para um estudo de caso bem planejado e orientado por objetivos.

A segunda etapa do método consistiu na escolha do objeto do estudo de caso, ou seja, a CAERN. Como o autor desta pesquisa trabalha na empresa objeto de pesquisa, o seu acesso a informações e a realização de visitas técnicas se tornou mais viável.

Após a seleção do objeto de estudo, a etapa subsequente envolveu a elaboração de um questionário semiestruturado (Apêndice 1), com o propósito geral de investigar diversos aspectos, relacionados ao tema. Tais aspectos incluem a compreensão mais aprofundada dos processos associados ao saneamento básico, a identificação dos aspectos e impactos ambientais pertinentes, bem como a análise dos diferentes tipos de resíduos gerados. O questionário foi concebido com o intuito de abranger uma ampla gama de informações relevantes para a pesquisa.

Foram realizadas 6 entrevistas, todas com operadores, já que os processos analisados são executados por eles. Com a realização de 5 visitas à empresa CAERN no objetivo de selecionar os processos a serem estudados e, conseqüentemente, sua modelagem. Durante as visitas à empresa, foi possível coletar informações sobre os processos, aplicar o questionário para identificação de problemas, fazer anotações detalhadas e tirar fotos para possibilitar um melhor entendimento e identificação de aspectos ambientais que podem estar causando impactos ambientais, e com isso, propor melhorias nos processos em questão.

Após a definição dos processos a serem abordados, os quais: a retirada de vazamentos, identificação de desvios, religação e corte, tornou-se necessário modelá-los utilizando o software BIZAGI. A partir da identificação dos procedimentos adotados em cada etapa, procedeu-se com a modelagem detalhada desses processos na ferramenta mencionada. Essa abordagem permitiu a criação de uma representação visual clara do funcionamento interno da empresa, facilitando a identificação de possíveis melhorias e sugestões para aprimoramento dos procedimentos.

A etapa 5 do método dessa pesquisa envolveu a identificação dos aspectos e impactos ambientais dos processos selecionados. Essa análise foi de fundamental importância no auxílio da compreensão de quais atividades ou serviços podem ter efeitos adversos significativos sobre o meio ambiente.

A penúltima etapa teve como objetivo propor melhorias nos processos estudados, melhorias essas na perspectiva de mitigação dos impactos ambientais. A última etapa foi proposto um planejamento de implantação das propostas de melhorias utilizando como ferramenta o 5W1H. A sigla 5W1H é um método de planejamento que responde a perguntas essenciais: 5W2H significa *What* (O quê?), *Why* (Por quê?), *Who* (Quem?), *When* (Quando?), *Where* (Onde?) e *How* (Como?).

A proposta do 5W1H fornece um plano claro e estruturado para implementação da melhoria do processo, detalhando os aspectos essenciais, como responsabilidades, prazos, justificativa e orçamento. Facilitando o acompanhamento e a execução eficiente do projeto de melhoria.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 DESCRIÇÃO DO CASO

A empresa em questão trata-se da CAERN que atua com abastecimento de água e esgotamento sanitário, responsável pelo abastecimento de 152 municípios, atendendo 42 cidades com esgotamento sanitário, que é o sistema que coleta, trata e descarta adequadamente os resíduos líquidos gerados por atividades humanas para prevenir a contaminação do meio ambiente e proteger a saúde pública. Sua sede está localizada na Cidade de Natal - RN e seu funcionamento teve início no dia 02 de novembro do ano de 1969. Atualmente, a empresa com 53 anos, conta com 2.897 funcionários.

A CAERN possuiu um Sistema de Gestão Ambiental que tem como objetivo minimizar os impactos ambientais de suas atividades e serviços, promovendo a preservação do meio ambiente e garantindo a sustentabilidade de suas operações. O SGA da CAERN é baseado na norma NBR ISO 14001, na qual a empresa tem a certificação desde 2009, que estabelece diretrizes para a gestão ambiental de organizações.

A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte é uma empresa mista, com participação do Estado e de acionistas privados. O Estado desempenha um papel fundamental na implantação e regulação do saneamento básico, estabelecendo políticas públicas, normas e regulamentos, além de supervisionar as atividades da CAERN. As empresas privadas podem contribuir fornecendo equipamentos, tecnologia, serviços de consultoria e até mesmo participando de Parcerias Público-Privadas (PPPs) para construção e operação de infraestrutura de saneamento.

A implantação do saneamento envolve diversas etapas, desde o planejamento e projeto até a construção, operação e manutenção dos sistemas. Tanto o Estado quanto as empresas privadas podem estar envolvidos em todas as fases do processo, dependendo das políticas e estratégias adotadas em cada região.

As PPPs são uma forma de colaboração entre o setor público e o setor privado, permitindo que o Estado forneça suporte regulatório e financeiro, enquanto as empresas privadas trazem investimentos e expertise técnica para a gestão dos serviços de saneamento. Essas parcerias são essenciais para garantir a eficiência e sustentabilidade das operações de saneamento básico.

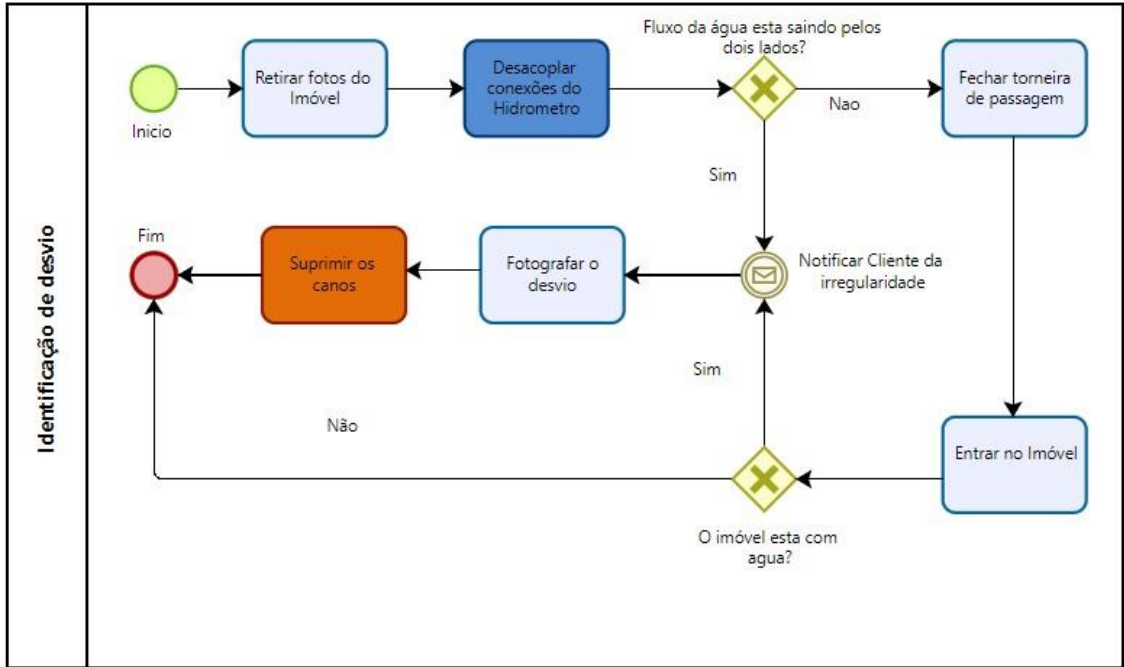
4.2 MODELAGEM DOS PROCESSOS

Os processos identificados para modelagem são: Identificação de Desvio, Sanar Vazamento e Corte e Religação. Com o intuito de destacar distintamente os aspectos ambientais envolvidos, adotou-se a utilização de cores específicas. As etapas coloridas em laranja indicam atividades que geram resíduos sólidos, enquanto as etapas em azul sinalizam aquelas que envolvem desperdício de água. Este esquema cromático facilitará a compreensão e a análise dos processos, permitindo uma abordagem mais eficaz em relação às questões ambientais envolvidas.

4.2.1 Identificação de desvio de água/abastecimento

O processo de identificação de desvio de água na CAERN é essencial para conservar recursos hídricos, melhorar a eficiência operacional, reduzir custos, promover a sustentabilidade ambiental e assegurar um serviço de qualidade aos consumidores. Essa identificação permite a correção de vazamentos e desvios, otimizando a distribuição de água e minimizando desperdícios. A Figura 2 apresenta a modelagem desse o processo.

Figura 2 - Mapeamento de processos na identificação de desvio

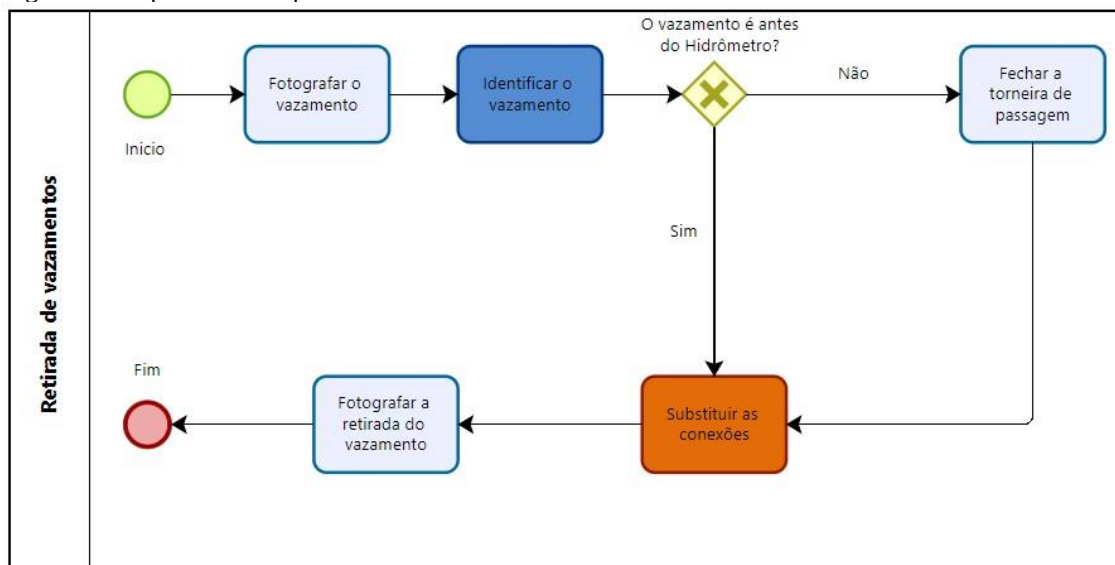


Fonte: Autoria própria (2024)

4.2.2 Sanar vazamento de água

O processo de sanar vazamentos pela CAERN é relevante para corrigir falhas no sistema de abastecimento, minimizar o desperdício de água, preservar o meio ambiente e garantir um serviço confiável aos consumidores. A Figura 3 representa o processo de sanar vazamento pela empresa em questão.

Figura 3 - Mapeamento de processos de sanar vazamento

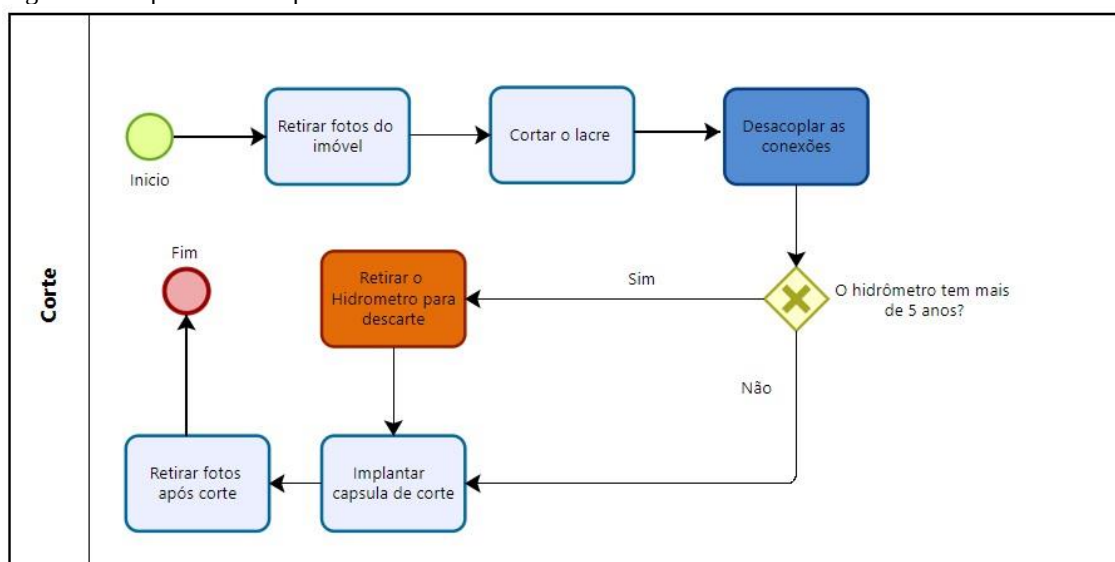


Fonte: Autoria própria (2024)

4.2.3 Corte do fornecimento de água

Um processo de corte realizado pela CAERN é uma ação em que o fornecimento de água é temporariamente interrompido devido à inadimplência do cliente. O processo é essencial para garantir o pagamento pelos serviços prestados, promover a conscientização sobre a importância da regularização financeira dos consumidores e assegurar recursos para melhorias na infraestrutura e qualidade do abastecimento de água. A Figura 4 exibe como ocorre o processo de corte.

Figura 4 - Mapeamento de processo no corte

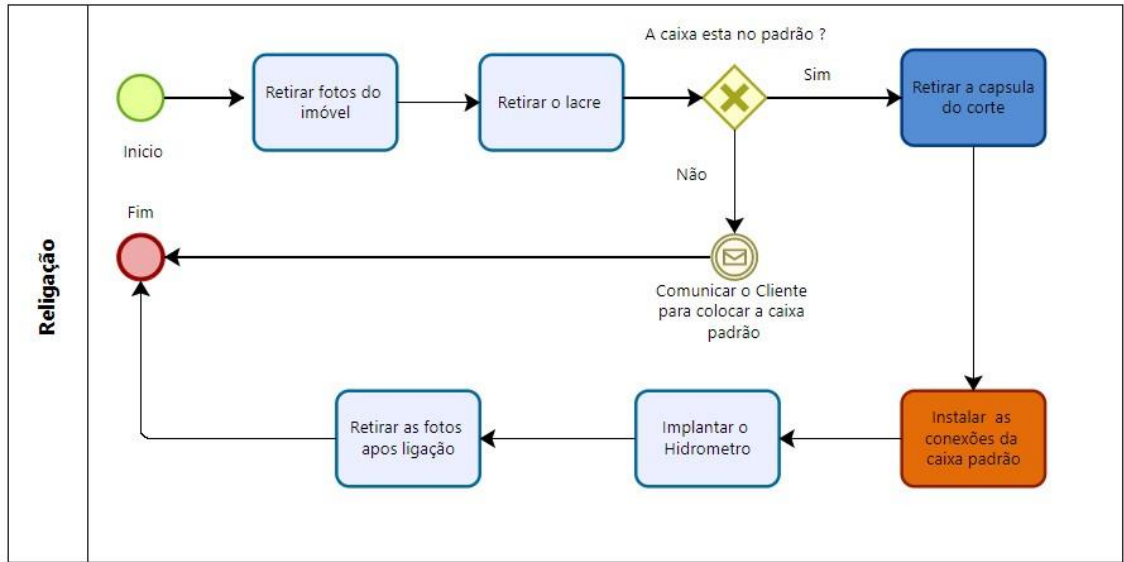


Fonte: Autoria própria (2024)

4.2.4 Religação do fornecimento de água

A religação de água é o procedimento que restabelece o fornecimento suspenso, normalmente devido a inadimplência ou questões técnicas. É primordial para garantir o acesso contínuo à água potável, atendendo às necessidades básicas dos usuários e mantendo o funcionamento regular de residências e negócios. Além disso, é fundamental para a eficiência operacional da empresa fornecedora de água, impactando diretamente na qualidade de vida das pessoas. Diante disso, está exposta na Figura 5 o processo de religação.

Figura 5 - Mapeamento de processo na religação



Fonte: Autoria própria (2024)

4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

A CAERN utiliza uma variedade de materiais em seus serviços, como tubos de PVC, ferro fundido, materiais para construção de redes de água e esgoto, válvulas, registros, entre outros elementos necessários para as operações de distribuição de água e tratamento de esgoto. Esses materiais são empregados na instalação, manutenção e ampliação das redes de abastecimento e esgoto.

Nos procedimentos de corte, religação, reparos de vazamentos e identificação de desvios, é comum deparar-se com ferramentas específicas, como chaves de tubulação, equipamentos de medição, válvulas e diferentes tipos de tubos. Assim como descrito no Quadro 1:

Quadro 1 - Aspectos e impactos ambientais das atividades

PROCESSO	QUAL MATERIAL GERADO?	ASPECTOS AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS
LIGAÇÃO NOVA	Terra e pedras podem ser escavadas durante a instalação da nova tubulação.	Escavação	Erosão do solo
	Entulho de construção, como tijolos e concreto, pode ser gerado se for necessário fazer alterações na estrutura do imóvel.	Geração de resíduos	Poluição do solo, degradação visual, riscos à saúde pública e problemas de drenagem.

IDENTIFICAÇÃO DE DESVIO	Escavação para acesso à tubulação pode gerar terra e pedras.	Escavação	Erosão do solo
	Restos de concreto, tijolos e outros materiais de construção podem ser encontrados.	Restos de concreto, tijolos e outros materiais de construção	Poluição do solo, degradação visual, riscos à saúde pública, problemas de drenagem e geração de resíduos.
	Fragmentos de tubos de metal, plástico ou PVC durante o processo de identificação.	Fragmentos de tubos de metal, plástico ou PVC	Poluição do solo, degradação visual, riscos à saúde pública e problemas de drenagem.
	Em alguns casos, o desvio pode resultar em vazamento de água potável, gerando desperdício.	Vazamento de Água Potável	Escassez de recursos hídricos, prejuízos econômicos e desperdício de energia.
	Traços de produtos químicos utilizados na detecção do desvio, como corantes ou gases, podem ser encontrados na água.	Presença de Produtos Químicos	Contaminação da água e impacto na saúde humana.
	Alguns produtos utilizados na detecção de desvio podem liberar gases durante o processo, como cloro.	Liberação de Gases	Poluição do ar
CORTE	Se houver a substituição de partes da infraestrutura de água durante o corte, como tubulações ou conexões, os materiais antigos removidos podem gerar resíduos. São eles plásticos, aço, bronze e borracha.	Geração de resíduos	Poluição do solo, degradação visual, riscos à saúde pública e problemas de drenagem.
	Em alguns casos, o desvio pode resultar em vazamento de água potável, gerando desperdício.	Vazamento de Água Potável	Escassez de recursos hídricos, prejuízos econômicos e desperdício de energia.
RELIGAÇÃO	Após um período de interrupção, a água que permanece nas tubulações pode ter uma qualidade inferior devido à estagnação. Essa água inicial, muitas vezes, é descartada para garantir que a água potável de alta qualidade seja fornecida aos consumidores.	Descarte de Água	Deficiências no sistema de distribuição de água e desperdício de água potável.

	Se houver a necessidade de reparo ou substituição de componentes durante o processo de religação, os materiais antigos removidos, como tubulações ou conexões, podem gerar resíduos tais como plásticos, aço, bronze e borracha.	Geração de resíduos	Poluição do solo, degradação visual, riscos à saúde pública e problemas de drenagem.
--	--	---------------------	--

Fonte: Autoria própria (2024)

Como exposto no Quadro 1, o descarte incorreto de resíduos sólidos acarreta sérios impactos ambientais, contaminando solo, água e ar com substâncias prejudiciais, prejudicando a flora e fauna locais. Isso cria um ambiente propício para a propagação de doenças por vetores, afetando a estética do local e contribuindo para a emissão de gases que intensificam o aquecimento global. Segue Figura 6 do local em que os resíduos eram deixados após as atividades, quando eram retirados onde foi feito o processo.

Figura 6 - Local de armazenamento dos resíduos sólidos



Fonte: Autoria própria (2024)

4.4 PROPOSTA DE MELHORIAS

Para avançar na busca por práticas mais sustentáveis e eficientes, apresentam-se a seguir algumas propostas de melhorias que a CAERN pode adotar. Estas propostas visam não apenas minimizar a geração de resíduos e gerenciá-los de maneira mais eficaz, mas também reduzir significativamente o desperdício de água:

- **Proposta 1:** Desenvolver um plano de gerenciamento de resíduos que inclua a separação, reciclagem e destinação adequada dos entulhos de construção, como tijolos e concreto.
- **Proposta 2:** Incentivar o uso de materiais reciclados ou recicláveis na nova tubulação e nas estruturas, possibilitando assim a reutilização de materiais, podendo reduzir a quantidade de resíduos gerados e promovendo a economia circular.

- **Proposta 3:** Promover programas de educação ambiental e conscientização para os trabalhadores envolvidos nos processos, destacando a importância da redução de resíduos e da preservação do solo.
- **Proposta 4:** Selecionar cuidadosamente os produtos químicos utilizados na detecção de desvios, priorizando aqueles que são seguros para o meio ambiente e para a saúde humana, e que não representam riscos de contaminação da água ou liberação de gases poluentes.
- **Proposta 5:** Fornecer treinamento adequado para os trabalhadores sobre o manuseio seguro de produtos químicos e gases, incluindo protocolos de emergência em caso de vazamentos ou liberação de gases.
- **Proposta 6:** Realizar uma avaliação de impacto ambiental abrangente antes do início das operações, identificando potenciais impactos ambientais e desenvolvendo planos de mitigação para minimizar os impactos adversos.
- **Proposta 7:** Implementar sistemas de recuperação e tratamento da água estagnada nas tubulações após períodos de interrupção, de modo a torná-la adequada para uso em atividades que não demandem água potável de alta qualidade, reduzindo assim o desperdício.

4.5 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS (5W1H)

No Quadro 2 apresenta-se detalhado contendo propostas de melhorias estruturadas através da metodologia 5W1H. Cada proposta visa abordar desafios específicos em relação à gestão ambiental, eficiência operacional e sustentabilidade dentro da organização. Cada proposta foi elaborada com o objetivo de maximizar os benefícios enquanto minimiza os impactos adversos, garantindo assim um progresso sustentável e eficaz em direção aos objetivos da empresa.

Quadro 2 - Implementação da 5W1H

PROPOSTA DE MELHORIA	What (O quê?)	Why (Por quê?)	Who (Quem?)	When (Quando?)	Where (Onde?)	How (Como?)
Proposta 1	Desenvolver um plano de gerenciamento de resíduos	Para incluir a separação, reciclagem e destinação adequada dos entulhos de construção, como tijolos e concreto	A equipe responsável pelo plano será composta por membros do departamento de gestão ambiental, engenharia civil e representantes da equipe operacional	Início em abril de 2024	O plano será implementado em todas as áreas de operação da CAERN, onde a geração de resíduos de construção é relevante	Serão realizadas reuniões regulares para identificar as melhores práticas de separação, reciclagem e destinação, bem como a aquisição de equipamentos e treinamento da equipe
Proposta 2	Incentivar o uso de materiais reciclados ou recicláveis na nova tubulação e nas estruturas	Reduzir a quantidade de resíduos gerados e promover a economia circular, contribuindo para a sustentabilidade ambiental	A equipe responsável por implementar essa iniciativa incluirá membros do departamento de engenharia, gestão de projetos e compras	Final de março 2024	A política de incentivo será aplicada em todas as áreas onde a CAERN realiza projetos de construção e instalações de tubulações	Serão realizadas campanhas de conscientização, com incentivos financeiros ou descontos para o uso de materiais reciclados ou recicláveis.
Proposta 3	Promover programas de educação ambiental e conscientização	Destacar a importância da redução de resíduos e da preservação do solo entre os trabalhadores envolvidos nos processos	A equipe responsável por implementar os programas será composta por membros do departamento de gestão ambiental, recursos humanos e líderes de equipe	Primeira quinzena de abril de 2024	Os programas serão realizados em locais de trabalho, salas de reuniões e áreas comuns acessíveis aos funcionários	Os programas incluirão palestras, workshops, materiais educativos e atividades práticas para envolver os funcionários na conscientização ambiental
Proposta 4	Selecionar cuidadosamente os produtos químicos utilizados na detecção de desvios	Priorizar produtos químicos seguros para o meio ambiente e para a saúde humana, e que não representem riscos de	A equipe responsável será composta por especialistas em produtos químicos, engenheiros ambientais, e representantes	Final de março 2024	A seleção dos produtos químicos será aplicada em todas as operações da CAERN onde a detecção de desvios seja necessária	Serão realizadas análises detalhadas dos produtos químicos disponíveis no mercado, levando em consideração os impactos

		contaminação da água ou liberação de gases poluentes, visando proteger o ecossistema e a saúde pública	es da área de saúde e segurança ocupacional			ambientais e de saúde
Proposta 5	Fornecer treinamento adequado para os trabalhadores sobre o manuseio seguro de produtos químicos e gases	Para garantir a segurança dos trabalhadores, prevenir acidentes e minimizar os riscos de vazamentos ou liberações de gases prejudiciais à saúde	A equipe responsável pelo treinamento será composta por especialistas em segurança ocupacional, engenheiros químicos e instrutores de treinamento	20 de março de 2024	Os treinamentos serão realizados em instalações da CAERN, preferencialmente em salas de treinamento equipadas para simulações práticas	O treinamento incluirá palestras, demonstrações práticas, simulações de emergências e distribuição de material educativo sobre os protocolos de segurança
Proposta 6	Realizar uma avaliação de impacto ambiental abrangente	Identificar potenciais impactos ambientais e desenvolver planos de mitigação para minimizar os impactos adversos, visando proteger o meio ambiente e garantir a sustentabilidade das operações	A equipe responsável será composta por especialistas em avaliação de impacto ambiental	Início de abril de 2024	A avaliação será aplicada em todas as áreas onde as operações terão impacto ambiental significativo	A avaliação incluirá análises detalhadas dos aspectos ambientais, como qualidade do ar, solo e água, biodiversidade, impactos sociais e econômicos
Proposta 7	Implementar sistemas de recuperação e tratamento da água estagnada nas tubulações após períodos de	Tornar a água adequada para uso em atividades que não demandem água potável de alta qualidade, reduzindo assim o desperdício e promovendo a utilização sustentável	A equipe responsável pela implementação será composta por engenheiros hidráulicos, técnicos em tratamento de água, e membros da equipe de	Final de maio de 2024	Os sistemas serão instalados em locais estratégicos ao longo das tubulações onde a estagnação da água é mais comum	Os sistemas consistirão em unidades de tratamento que removerão impurezas e contaminantes da água estagnada, tornando-a adequada para usos menos exigentes

	interrupção	dos recursos hídricos	manutenção e operações			
--	-------------	-----------------------	------------------------	--	--	--

Fonte: Autoria própria (2024)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre as operações da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) destaca-se pela sua relevância crucial no contexto da gestão ambiental e da sustentabilidade no setor de saneamento básico. Ao identificar e analisar os impactos ambientais gerados pelos processos de implantação do saneamento, os objetivos propostos foram plenamente alcançados, fornecendo soluções concretas para mitigá-los.

Os resultados da pesquisa não apenas oferecem visões valiosas para aprimorar as práticas da CAERN, mas também destacam a importância fundamental de considerar os aspectos ambientais em todas as etapas do desenvolvimento e execução de projetos de infraestrutura. Através de medidas práticas e eficazes, almeja-se não apenas reduzir os danos ao meio ambiente, mas também promover uma cultura organizacional voltada para a preservação ambiental, beneficiando não apenas a empresa, mas toda a comunidade e o ecossistema local.

No entanto, é importante ressaltar que esta pesquisa também enfrentou desafios significativos. A coleta de dados precisa e a análise detalhada das informações apresentaram-se como obstáculos que demandaram tempo e esforço consideráveis. Além disso, a complexidade das questões ambientais envolvidas exigiu uma abordagem multidisciplinar e uma análise cuidadosa para garantir resultados precisos e relevantes. Limitando também, a escolha dos processos e dos entrevistados.

Para estudos futuros, sugere-se explorar ainda mais as interações entre as operações de saneamento e os ecossistemas locais, bem como investigar o impacto das mudanças climáticas nas estratégias de gestão ambiental da CAERN. Portanto, o estudo não apenas cumpriu seus objetivos, mas também abre caminho para novas investigações e iniciativas que promovam um futuro mais sustentável e equilibrado no setor de saneamento básico, tanto para a CAERN quanto para outras empresas do ramo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001**. Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

AMORIM, Dayanny dos Santos Silva de. **A importância do Saneamento Básico na qualidade de vida dos moradores do município de Dias d'Ávila, Bahia**. 2015. 33 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Ambiental em Municípios, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

BIZAGI. Bizagi Modeler, 2021. Disponível em:

<<https://www.bizagi.com/pt/plataforma/modeler#:~:text=O%20Bizagi%20Modeler%20permite%20C3%A0s,e%20aumentar%20a%20efici%C3%Aancia%20organizacional>>. Acesso em: 02 de janeiro de 2024.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Secretaria Nacional de Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. Brasília, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico_RS2019. Acesso em: 25 agosto. 2023.

BRASIL (2010). Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.html.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº. 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 1/86, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental. Diário Oficial da União 1986; 02 maio.

CHAVES, Mosana Barboza Lima. **Esgotamento sanitário no município de Mundo Novo/BA**: Um estudo de caso. 2021. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração Pública, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas**: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.

COSTA E. P.; POLITANO P. R.; **Modelagem e mapeamento**: técnicas imprescindíveis na gestão de processos de negócios In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro. 2008.

COSTA, Gedeão Rodrigues; SILVA, Marcílio Helvécio da. Saneamento Básico: sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. **Revista Paramétrica**, Minas Gerais, v. 14, n. 1, p. 1-70, jul. 2022.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GARCIA, M. B. et al. (2016). Resíduos sólidos: responsabilidade compartilhada. **Semioses**.v.9 n.2, p.77.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

KANNO, Rodrigo et al. PRODUÇÃO MAIS LIMPA: conceito, panorama atual no brasil e análise de casos de sucesso. In: SEMINARIO SOBRE TECNOLOGIAS LIMPAS, 7., 2017, Rio Grande do Sul. **Anais [...]** . Rio Grande do Sul: Produção Mais Limpa, 2017. p. 1-9.

LIMA, L. A. Os resíduos sólidos e seus efeitos negativos. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**. v. 3, n. 1, 114-119. 2018.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 20, p. 111-124, fev. 2008.

NASCIMENTO, Luís Felipe. **Gestão ambiental e sustentabilidade**. 3. ed. rev. atual. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2016.

NOLETO, Cairo. **Bizagi**: como baixar e usar para modelar processos com BPMN? 2021. Disponível em: <<https://blog.betrybe.com/carreira/bizagi-como-baixar/>>. Acesso em: 07 de janeiro de 2024.

OLIVEIRA, Alysson Bruno Lima de. **Controle de processos e instrumentação**. 2016. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica**: um manual para a realização de pesquisas em Administração. -- Catalão: UFG, 2011. 72 p.: il.

RICHTER, Gisela Cristina. **Gestão e Saneamento Ambiental**. Indaial: Uniasselvi, 2018. 228 p.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Gestão ambiental**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2014.

SANTOS, André Bezerra dos. **Avaliação Técnica dos Sistemas de Tratamento de Esgotos**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 2007.

TRATABRASIL. **Painel Saneamento Básico**. 2021. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/painel-saneamento-brasil/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA_aGuBhACEiwAly57MSJkr9hmoGEiYmU_TXlkQmVa1oPRDCMxhnth-0du3f7XYZZDCN9jbxoCgTwQAvD_BwE. Acesso em: 05 fev. 2024.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO

1. Qual sua função na empresa?

R: Todos os funcionários entrevistados foram Operadores de Água e esgoto.

2. Quantos anos você está na empresa?

R: Os funcionários entrevistados estão na empresa entre 10 a 18 anos.

3. Qual é o processo ao qual você vê que mais demanda ordens de serviços?

R: Retirada de Vazamento do Hidrômetro

4. Nesse processo qual é o material que mais causa resíduos ao qual podem degradar o meio ambiente?

R: Plásticos, principalmente as torneiras de passagens que são colocadas na caixa do padrão.

5. Qual a solução ao qual você acha que seria necessário para acabar ou diminuir esse impacto?

R: Comprar torneiras de passagens com melhor qualidade ao qual demore mais tempo para substituí-las e diminuição da pressão da água na rede.