

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE - IFRN

LUAN RODRIGO ROCHA DE OLIVEIRA

**GESTÃO QUALI-QUANTITATIVA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DE UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO: PROPOSTA DE COEFICIENTE CORRIGIDO DE
RETORNO DE ESGOTOS**

NATAL-RN

2023

LUAN RODRIGO ROCHA DE OLIVEIRA

**GESTÃO QUALI-QUANTITATIVA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DE UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO: PROPOSTA DE COEFICIENTE CORRIGIDO DE
RETORNO DE ESGOTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Uso Sustentável de Recursos Naturais (PPGUSRN) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, na Linha de Saneamento, em cumprimento às exigências legais como requisito à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Dayana Melo Torres.

NATAL-RN

2023

Oliveira, Luan Rodrigo Rocha de.

O48g Gestão quali-quantitativa das instalações sanitárias de uma instituição de ensino : proposta de coeficiente corrigido de retorno de esgotos / Luan Rodrigo Rocha de Oliveira. – 2023.
95 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.
Orientadora: Dra. Dayana Melo Torres.

1. Gestão ambiental – Administração de recursos hídricos. 2. Resíduos sanitários escolares. 3. Coeficiente de retorno de esgotos. 3. Gestão hídrica. I. Título.

CDU: 502:556.18

Catálogo na Publicação elaborada pela Bibliotecária Maria Ilza da Costa – CRB-15/412
Biblioteca Central Sebastião Fernandes (BCSF) – IFRN

LUAN RODRIGO ROCHA DE OLIVEIRA

**GESTÃO QUALI-QUANTITATIVA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DE UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO: PROPOSTA DE COEFICIENTE CORRIGIDO DE
RETORNO DE ESGOTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Uso Sustentável de Recursos Naturais (PPGUSRN) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, na Linha de Saneamento, em cumprimento às exigências legais como requisito à obtenção do título de Mestre.

Dissertação aprovada em 11/12/2023 pela seguinte Banca Examinadora:

Dra. Dayana Melo Torres – Orientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

Dr. Jean Leite Tavares – Avaliador Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

Dr. Renato Dantas Rocha da Silva – Avaliador Externo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

RESUMO

O IFRN é uma instituição brasileira pública federal de ensino localizada no estado do Rio Grande do Norte. O Campus Natal-Central do IFRN (denominado CNAT) está localizado na capital deste estado e apresenta um elevado consumo de água impulsionado principalmente pela sua grande área verde irrigável. O valor da taxa cobrada referente ao consumo indireto de esgotos pela concessionária de água e esgoto local representa 100% sobre o consumo de água quando o estabelecimento é abastecido por poço artesiano. No entanto, como boa parte do consumo de água está direcionada às áreas verdes, essa taxa de esgotos não corresponde à realidade de retorno de esgotos para os ramais de coleta da concessionária. Dessa maneira, este estudo visa determinar um coeficiente de retorno de esgotos real do CNAT, além de propor melhorias para as instalações sanitárias da instituição visando uma gestão de resíduos escolares mais sustentável, corroborando assim com vários ODS: 06 – Água Potável e Saneamento; 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis; 04 – Educação de qualidade; e 12 - Consumo e Produções Responsáveis. Metodologicamente, para atingir tal objetivo, a pesquisa foi dividida em duas etapas. Na primeira delas, objetivou-se compilar as legislações e normas vigentes quanto à temática, além de realizar uma vistoria e inspeção das instalações sanitárias do campus nos 79 banheiros existentes, a fim de avaliar fragilidades, adequações e selecionar medidas através das matrizes de gestão 5W2H e SWOT, visando o alcance da eficiência e sustentabilidade das instalações sanitárias do CNAT. Já na segunda etapa, foram instalados medidores de vazão do tipo Calha Parshall com sensor de nível ultrassônico em cada um dos dois ramais de saída de esgotos do campus a fim de aferir a real geração de esgotos do Campus. Dessa forma, percebeu-se que os principais pontos de fragilidades e pontos de adequações foram: ausência de sifão e caixa sifonada nas instalações; ausência de fecho hídrico dos desconectores; ausência do sistema de ventilação; ausência de grelhas nas caixas sifonadas e ralos; e a execução de caixas de inspeção em terreno arenoso. Chegou-se a uma média de Coeficiente Corrigido de Retorno de Esgoto em torno de 20%, apresentando uma redução de aproximadamente 78% dos custos operacionais após implantação do medidor de vazão. Os valores que apresentaram menor erro foram aqueles em que o consumo de água ficou entre 2999 m³ e 3226 m³, com dias úteis acima de 22 dias ao longo do mês.

Palavras-chave: coeficiente de retorno de esgotos; gestão hídrica; resíduos sanitários escolares.

ABSTRACT

IFRN is a Brazilian federal public educational institution located in the state of Rio Grande do Norte. The IFRN Natal-Central Campus (called CNAT) is located in the capital of this state and has a high water consumption driven mainly by its large irrigable green area. The value of the fee charged for indirect sewage consumption through local water and sewage collection represents 100% of water consumption when the establishment is supplied by an artesian well. However, as a large part of water consumption is directed to green areas, this sewage rate does not correspond to the reality of sewage return to the transport collection branches. Therefore, this study aims to determine a real sewage return coefficient from CNAT, in addition to proposing improvements to the institution's sanitary facilities that involve more sustainable school waste management, thus corroborating several SDGs: 06 – Drinking Water and Sanitation; 11 - Sustainable Cities and Communities; 04 – Quality education; and 12 - Responsible Consumption and Production. Methodologically, to achieve this objective, the research was divided into two stages. In the first of them, the objective was to compile the current legislation and standards regarding the subject, in addition to carrying out a survey and inspection of the campus's sanitary facilities in the 79 existing bathrooms, in order to evaluate weaknesses, adjustments and select measures through the 5W2H management matrices. and SWOT, advances the achievement of efficiency and sustainability of CNAT's sanitary facilities. In the second stage, flow meters of the Parshall Trough type with ultrasonic level sensor were installed in each of the two sewage outlet branches on the campus in order to measure the actual generation of sewage on the Campus. Therefore, it can be seen that the main points of weakness and points of adjustment were: absence of siphon and siphon box in the installations; absence of water closure of disconnectors; absence of ventilation system; absence of grates in siphon boxes and drains; and the construction of inspection boxes in sandy terrain. An average Corrected Sewage Return Coefficient of around 20% was reached, presenting a reduction of approximately 78% in operating costs after implementing the flow meter. The values that showed the smallest error were those in which water consumption was between 2,999 m³ and 3,226 m³, with working days exceeding 22 days throughout the month.

Keywords: green area; wastewater return factor; school operational management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Funcionamento da transmissão das medições por telemetria.....	23
Figura 2 - Dispositivos para medição de esgotos por telemetria.....	24
Figura 3 - Vista aérea do Campus Natal-Central.....	26
Figura 4 - Abastecimento de água do campus: Ramal x Poço	28
Figura 5 - Volume consumido de água pelo Poço 01	28
Figura 6 - Etapas e procedimentos metodológicos da pesquisa	31
Figura 7 - Vistoria de in loco das peças e instalações sanitárias	35
Figura 8 - Caixa do medidor de vazão da Avenida Nevaldo Rocha.....	37
Figura 9 - Caixa do medidor de vazão da Avenida Salgado Filho	38
Figura 10 - Levantamento da área irrigável do CNAT	41
Figura 11 - Exemplos de Conexão Cruzada.....	43
Figura 12 - Estado de higienização dos banheiros.....	44
Figura 13 - Comprimento dos ramais de descarga superiores a 10 m	46
Figura 14 - Automatização das pias.....	46
Figura 15 - Percentagem da automação das pias dos banheiros.....	47
Figura 16 - Estado de conservação das peças sanitárias	48
Figura 17 - Percentagem do estado de conservação das peças sanitárias	48
Figura 18 - Detecção de odor no SPES.....	49
Figura 19 - Fecho hídrico em aparelhos sanitários.....	50
Figura 20 - Tipos de sifão	50
Figura 21 - Ausência de desconectores.....	51
Figura 22 - Percentagem de aparelhos sem desconectores	52
Figura 23 - Fecho hídrico dos desconectores	52
Figura 24 - Percentagem de ausência de fecho hídrico.....	53
Figura 25 - Grelhas das caixas sifonadas danificadas.....	53
Figura 26 - Percentagem de presença de grelhas nas caixas sifonadas.....	54
Figura 27 - Presença de caixa sifonada só para mictório	54
Figura 28 - Acessibilidade nos banheiros	55
Figura 29 - Caixas de inspeção com possibilidade de entrada de areia	61
Figura 30 - Caixas de inspeção com possibilidade de entrada de areia e água de chuva	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Coeficientes de Retorno de Esgostos Recomendado.....	17
Quadro 2 - Taxas de Esgotos das Companhias Regionais Brasileiras de Saneamento	18
Quadro 3 - Normativas Vigentes Quanto ao Esgotamento Sanitário de Edificações.....	32
Quadro 4 - Normativas Vigentes Quanto à Manutenção de Edificações.....	34
Quadro 5 - Normativas Vigentes Quanto aos Medidores de Vazão.....	34
Quadro 6 - Características das Caixas de Gordura	56
Quadro 7 - Características das Caixas e Passagem e Quadro Dispositivos de Inspeção	60
Quadro 9 - Matriz Swot.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensionamento dos ramais de descarga por aparelho sanitário.....	15
Tabela 2 - Dimensionamento dos Ramais de Esgoto.....	16
Tabela 3 - Valores de n e K para vazão em m ³ /h.....	22
Tabela 4 - Definição da Garganta W	22
Tabela 5 - Distribuição da população por turno	27
Tabela 6 - Volume de Água total (ramal e poço) - m ³	29
Tabela 7 - Custos Operacionais Totais de Água e esgoto do Campus.....	30
Tabela 8 - Vazamentos, obstruções e água de chuva no SPES	42
Tabela 9 - Declividade das Tubulações	45
Tabela 10 - Diâmetro Mínimo das Caixas Sifonadas	51
Tabela 11 - Dimensionamento do Tubo de queda.....	56
Tabela 12 - Distância máxima de um desconector a um tubo ventilador	58
Tabela 13 - Dimensionamento de colunas e barriletes de ventilação	59
Tabela 14 - Dimensionamento dos ramais de ventilação.....	59
Tabela 15 - Distância máxima entre elementos.....	61
Tabela 16 - Dimensionamento do subcoletores e coletor predial.....	63
Tabela 17 - Valores operacionais após medição real de vazão de esgotos	65
Tabela 18 - Coeficiente Corrigido de Retorno de Esgotos (CCRE).....	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 JUSTIFICATIVA	11
4 REFERENCIAL TEÓRICO	12
4.1 LEGISLAÇÕES E NORMAS APLICADAS AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO	13
4.2 COEFICIENTE DE RETORNO DE ESGOTOS (C)	16
4.3 TARIFAÇÃO DE ESGOTOS NO BRASIL	17
4.4 AFERIÇÃO DE VAZÃO DE ESGOTOS	20
4.5 TELEMETRIA	23
5- MATERIAL E MÉTODOS	25
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	25
5.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	25
5.2.1 Consumo de Água do Campus	27
5.2.2 Geração de Esgoto no Campus	29
5.2.3 Custos Operacionais	30
5.3 ETAPAS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
5.3.1 Visitas <i>in loco</i>	35
5.3.2 Coeficiente Corrigido de Retorno de Esgotos	37
5.3.3 Ferramentas de Gestão da Qualidade: 5W2H e SWOT	40
5.3.4 Área verde irrigável	41
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
6.1 INSPEÇÕES NAS TUBULAÇÕES INTERNAS	42
6.1.1 Fatores Positivos	42
6.1.2 Fatores Negativos	46
6.2 INSPEÇÕES NAS TUBULAÇÕES EXTERNAS	55
6.2.1 Tubo de queda	55
6.2.2 Caixas de gordura	56
6.2.3 Sistema de ventilação	57
6.2.4 Caixas de passagem e dispositivos de inspeção	60
6.2.5 Subcoletor e coletor predial	62

6.3 COEFICIENTE CORRIGIDO DE RETORNO DE ESGOTO (CCRE)	63
6.4 PLANO DE AÇÃO	67
7 ELABORAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO	77
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS.....	81
APÊNDICE	87

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico do último século degradou e poluiu muito o meio ambiente e, com isso, ocorreu a utilização abusiva de recursos naturais, de forma desenfreada. Em virtude dessas escolhas, pode-se identificar diversas consequências que este modelo de desenvolvimento trouxe, se refletindo em graves problemas ambientais atuais (Serafini; Moura, 2020).

Dessa forma, o termo “desenvolvimento sustentável” vem ganhando cada vez mais força nas últimas décadas para coibir os impactos ambientais provenientes do desenvolvimento desordenado, sendo tal temática abordada desde a Conferência de Estocolmo em 1972; na Rio-92; e mais recentemente culminando em um conjunto de objetivos e metas acordados por países na Agenda 2030 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU).

Nesse contexto da sustentabilidade, no ano de 2012, tornou-se obrigatória para todos os órgãos públicos e entidades da Administração Pública Federal (diretas, autárquicas, fundacionais e empresas estatais dependentes) a implantação do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS), conforme Instrução Normativa nº 10/2012 da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Entende-se que esse plano objetiva reduzir impactos socioambientais negativos, através de uma ferramenta de planejamento que os órgãos e entidades devem elaborar para implantação de práticas que incorporem a sustentabilidade e a racionalização dos gastos públicos (Brasil, 2012).

A referida instrução normativa prevê que as práticas de sustentabilidade e racionalização do uso de materiais e serviços deverão contemplar, minimamente, os temas; (a) material de consumo compreendendo, pelo menos, papel para impressão, copos descartáveis e cartuchos para impressão; (b) energia elétrica; (c) água e esgoto; (d) coleta seletiva; (e) qualidade de vida no ambiente de trabalho; (f) compras e contratações sustentáveis compreendendo, pelo menos, obras, equipamentos, serviços de vigilância, de limpeza, de telefonia, de processamento de dados, de apoio administrativo e de manutenção predial; e (g) deslocamento de pessoal, considerando todos os meios de transporte, com foco na redução de gastos e de emissões de substâncias poluentes (Brasil, 2012).

Sabe-se que a adequação e a ampliação de ações práticas sustentáveis são consideradas muito importantes em todas as organizações públicas e, destacadamente, nas instituições de ensino,

cuja principal atenção concentra-se na formação de pessoas que, ao apropriar-se de iniciativas sustentáveis, podem disseminá-las em atividades rotineiras e na sociedade (Dotto *et al.*, 2019).

De acordo com Beuron *et al.* (2020), estudos sobre a sustentabilidade nas universidades vêm sendo desenvolvidos há décadas; porém no Brasil, este ainda é um processo recente, tanto de estudos como de casos de universidades verdes, inclusive considerando que este conceito é incipiente e ainda não está bem consolidado.

Destaca-se, portanto, que pelo papel que desempenha, as universidades têm a missão de fomentar o pensamento crítico, incluindo a disseminação da consciência sustentável nas suas atividades de ensino, pesquisa e extensão, bem como na sua própria gestão operacional (Serafini; Moura, 2020).

Diante desse cenário, é possível identificar que é complexa a gestão operacional do abastecimento de água e do esgotamento sanitário em instituições de grande porte e que não tiveram um planejamento para a expansão desses serviços conforme as demandas estruturais foram sendo ampliadas. Além disso, os custos com abastecimento e esgotamento sanitário, devido ao grande número de consumidores, acabam sendo bem onerosos e comprometem boa parte dos recursos financeiros dessas instituições de ensino. Os custos com abastecimento de água acabam sendo ainda maiores em ambientes com grandes áreas irrigáveis.

Essa problemática está presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) - Campus Natal-Central, o maior do estado em termos de circulação de pessoas, pois possui o maior número de alunos e de cursos ofertados, além de sua estrutura física ser a mais antiga, inaugurada em 1967 (IFRN, 2021).

Numa instituição escolar, principalmente de grande porte, é comum que haja reformas ou modificações, para tanto é relevante que os projetos sejam mantidos atualizados e verificada a necessidade de redimensionamento. Contudo, para a prática destas ações é imprescindível que exista um corpo técnico atuante, munido de informações minuciosas e atualizadas, a fim de executar e/ou gerenciar os projetos, construção, operação e manutenção dos sistemas hidrossanitários (Nóbrega, 2021).

Dessa forma, tem-se como pergunta norteadora: como reduzir os gastos com a irrigação das áreas verdes e aprimorar as instalações sanitárias do Campus Natal-Central do IFRN a partir de uma gestão operacional sustentável dos efluentes líquidos?

2 - OBJETIVOS

2.1 - OBJETIVO GERAL

Determinar um coeficiente corrigido de retorno de esgotos baseado no diagnóstico técnico das instalações sanitárias do Campus Natal-Central do IFRN, buscando o alcance da eficiência operacional e sustentabilidade.

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diante da abordagem apresentada, este trabalho propõe os seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar fragilidades, potencialidades e adequações nas instalações sanitárias do campus Natal-Central de acordo com normas técnicas e legislações vigentes, conforme preconiza o ODS 12 - Consumo e Produções Responsáveis;
- b) Analisar a redução dos gastos com abastecimento de água e esgotamento sanitário por meio da adoção do coeficiente corrigido de retorno de esgotos levando em consideração a geração real de esgotos do Campus, em consonância com o ODS – 06 – Água Potável e Saneamento e ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis;
- c) Indicar alternativas operacionais visando o alcance da eficiência e sustentabilidade das instalações sanitárias do campus Natal-Central do IFRN, corroborando assim com o ODS 03 - Boa Saúde e Bem-estar;
- d) Criar um plano de gestão sustentável das instalações sanitárias em instituições de ensino, objetivando primordialmente o ODS 04 – Educação de qualidade;

3- JUSTIFICATIVA

O Brasil, como país-membro da ONU, assumiu o compromisso com o desenvolvimento sustentável até o ano de 2030, os chamados Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais estabelecem parâmetros para criação e gestão de programas de aspectos econômicos e sociais, objetivando as melhorias dos indicadores sociais.

Dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a referente pesquisa engloba ações e metas dos seguintes: ODS 03 – Boa Saúde e Bem-estar; ODS 04 – Educação de Qualidade; ODS – 06 – Água Potável e Saneamento; ODS 09: Indústria, Inovação e Infraestrutura; ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; ODS 12 – Consumo e Produções Responsáveis; e ODS 13 - Combate às Alterações Climáticas.

Destaca-se, dentre esses objetivos, o ODS 04 – Educação de Qualidade, estipulando em sua meta 4.7 que “até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.”

Lara (2012) destaca a importância das Instituições de Ensino Superior implementarem ações de gestão sustentável em sua própria rotina, tornando-se modelo de boas práticas e influenciando positivamente os demais atores da sociedade em prol de um desenvolvimento mais sustentável.

No IFRN, foi implantado o Plano de Gestão de Logística Sustentável para atender o que determina a Instrução Normativa nº 10 de 12 de novembro de 2012 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (IFRN, 2015). Esse plano busca consolidar, aprimorar e sistematizar as boas práticas de sustentabilidade já em andamento no IFRN e fornecer diretrizes para novas ações. Para Nóbrega (2021), a implantação de um plano de gestão sustentável no Campus Natal-Central do IFRN pode servir como exemplo a ser seguido pelos demais campus da instituição, como também por qualquer ambiente escolar, trazendo benefícios ambientais, educacionais e econômicos.

Considera-se, assim, que o ser humano é levado a se modificar pelo conhecimento e não somente pela obrigação de seguir legislações. A conscientização permite que o indivíduo passe a observar seus atos e a analisar se eles trarão consequências negativas para o futuro (André; Macedo; Estender, 2015).

Com base em Serafini e Moura (2020), examinar essas experiências é reconhecer os desafios e perspectivas que se apresentam a essas instituições de ensino, disseminando boas práticas e fomentando a criação de diretrizes e modelos que devem ser seguidos como padrão pelas universidades e organizações que buscam se tornar referência na forma como lidam com a exploração do meio ambiente.

4 - REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão relacionados e abordados os principais conceitos intrínsecos ao esgotamento sanitário de maneira generalizada e especialmente ligada ao ambiente escolar;

legislações e normas vigentes quanto essa temática; e novas metodologias adotadas para a aferição de esgotos através de sensores ultrassônicos e telemetria.

4.1 – LEGISLAÇÕES E NORMAS APLICADAS AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O desenvolvimento deste estudo foi realizado com base na Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007 (Brasil, 2007), atualizada pela Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020, que atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico (Brasil, 2020). Conforme estabelecido pela referida Lei, os municípios brasileiros, além do Distrito Federal, são titulares dos serviços de saneamento básico, cabendo-lhes a formulação da respectiva política pública e a elaboração de planos, entre outras atribuições. Os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são operados pelas próprias prefeituras ou empresas concessionárias, na sua maioria autarquias municipais, companhias estaduais de saneamento ou empresas privadas (Henriques *et al.*, 2021).

A coleta de esgotos é formada por uma rede de esgoto sanitário que, por sua vez, é formada por tubulações e acessórios, sendo definida como o conjunto de obras e instalações destinadas a propiciar a coleta e o afastamento de esgoto de forma contínua, e sem riscos para a saúde à jusante de seu despejo, conforme Política Nacional do Saneamento Básico (BRASIL, 2007) e Resolução CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011; e a Norma Brasileira NBR 9649 - Projeto de Rede Coletora de Esgoto, de novembro de 1986 (ABNT, 1986).

Os sistemas de esgotamentos podem ser individuais ou coletivos. Os sistemas individuais são adotados normalmente para o atendimento unifamiliar e são constituídos por uma fossa ou tanque séptico e um dispositivo de infiltração no solo que poderá ser um sumidouro ou outro dispositivo de irrigação subsuperficial (valas). Os sistemas coletivos são adotados para o atendimento de aglomerados urbanos e são constituídos de canalizações que recebem os esgotos para transportá-los adequadamente ao destino final (Freire, 2014).

Os sistemas coletivos podem ser subdivididos em: unitários, separadores parciais e separadores absolutos. Com base em Volschan *et al.* (2009), essa diferenciação se dá basicamente pelo regime de chuvas que caracteriza os climas temperado e tropical. Enquanto o clima temperado apresenta uma baixa intensidade pluviométrica, o clima tropical, como é o caso do Brasil, apresenta chuvas de elevada intensidade, no entanto, de menor frequência.

Dessa maneira, no Brasil é obrigatório o emprego do sistema separador absoluto, o qual as águas residuárias e de infiltração são transportadas separadamente das águas pluviais, apresentando como principais vantagens: redução no custo; tubulações com diâmetros bem menores; reduz consideravelmente o custo do afastamento das águas pluviais, pelo fato de permitir o seu lançamento no curso de água mais próximo, sem a necessidade de tratamento; reduz a extensão das canalizações de grande diâmetro em uma cidade, pelo fato de não exigir a construção de galerias em todas as ruas (Freire, 2014; Tsutiya; Bueno, 2004).

Dentre as normativas brasileiras vigentes relacionadas ao esgotamento sanitário, destacam-se a NBR 8160, que trata sobre Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução (ABNT, 1999) e a NBR 9649, que aborda diretrizes de Projeto de Rede Coletora de Esgoto (ABNT, 1986).

A NBR 8160 tem data de criação em 1999 (ou seja, há mais de 20 anos). Seu objetivo é estabelecer as exigências e recomendações relativas ao projeto, execução, ensaio e manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário (SPES) com a finalidade de atender às exigências mínimas quanto à higiene, segurança, qualidade e conforto dos usuários. Sua função básica é coletar e conduzir os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários a um destino apropriado.

A disposição final do efluente do coletor predial de um SPES deve ser feita em rede pública, ou, na ausência desta última, em sistema particular de tratamento, como é o exemplo da fossa-sumidouro.

O recorte desta norma aqui apresentado baseou-se nas características e necessidades das instalações sanitárias do CNAT.

As tubulações do SPES podem ser dimensionadas pelo método hidráulico ou pelo método das unidades Hunter de Contribuição (UHC). O referido trabalho limitou-se ao estudo do método UCH, uma vez que tal método é mais didático, prático e objetivo.

Como regra geral, deve ser evitada a passagem das tubulações de esgoto em paredes, rebaixos, forros falsos, etc. de ambientes de permanência prolongada. Caso isto não seja possível, devem ser adotadas medidas no sentido de atenuar a transmissão de ruído para os referidos ambientes.

As instalações de esgotamento sanitário são formadas pelo conjunto de vários elementos, a saber: aparelhos sanitários; desconectores; ramais de descarga e de esgoto; tubos de queda;

subcoletores e coletor predial; caixas de gordura; caixas de passagem e dispositivos de inspeção; instalação de recalque (quando necessário); e sistema de ventilação.

Para o dimensionamento das tubulações, a NBR 8160 adota um valor UHC para cada aparelho sanitário do SES, conforme Tabela 01.

Tabela 1: Dimensionamento dos ramais de descarga por aparelho sanitário

Aparelho Sanitário	UHC	Diâmetro mínimo do ramal de descarga
Bacia sanitária	6	100 mm
Bebedouro	0,5	40 mm
Chuveiro coletivo	4	40 mm
Lavatório de uso geral	2	40 mm
Mictório com válvula de descarga	6	75 mm
Mictório com caixa de descarga	5	50 mm
Mictório com descarga automática	2	40 mm
Mictório com descarga automática	2	50 mm
Pia de cozinha industrial - Preparação	3	50 mm
Pia de cozinha industrial - Lavagem de panelas	4	50 mm

Fonte: Adaptado ABNT NBR 8160 (1999)

Caso o aparelho sanitário não seja identificado na tabela acima, deve ser considerada a norma para definição do diâmetro mínimo do ramal de descarga baseado na UHC. Para o dimensionamento dos ramais de esgoto, considera-se a Tabela 02.

Já a NBR 9649 fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto hidráulico-sanitário de redes coletoras de esgoto sanitário, funcionando em lâmina livre. O coeficiente de retorno de esgotos (a partir de então será chamado de C nesta pesquisa) é uma das condicionantes para o dimensionamento de sistemas de esgotos sanitários. A referida norma define como C o quociente médio entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida.

Tabela 2: Dimensionamento dos Ramais de Esgoto

Diâmetro nominal do tubo	Número Máximo de UHC
40 mm	3
50 mm	6
75 mm	20
100 mm	160

Fonte: ABNT NBR 8160 (1999)

4.2 – COEFICIENTE DE RETORNO DE ESGOTOS (C)

A definição de C leva em consideração que parte de toda a água fornecida pela rede de distribuição não retorna para a rede coletora de esgoto, pois parte do consumo per capita quantificado é destinado a lavagens de pisos e pátios externos, de veículos, animais domésticos e rega de plantas, por exemplo (Macedo, 2019). Conforme o Anexo – Grandezas e Anotações da norma NBR 9649 - Projeto de Rede Coletora de Esgoto (ABNT, 1986), inexistindo dados locais comprovados oriundos de pesquisas, podem ser adotados como valores C igual a 0,8, ou seja, 80% do consumo total de água é convertido como volume de esgoto.

Segundo Macedo (2019), este valor tem permanecido imutável por décadas até os dias de hoje, sem ser levada em consideração a mudança de hábitos individuais e coletivos da população, a mudança progressiva nas características da arquitetura das moradias e as formas alternativas de abastecimento estimuladas pelas crises hídricas recentes.

Conforme o Quadro 01, seguem algumas recomendações para C por autores ou entidades ao longo de algumas décadas. Percebe-se que os valores variam de 0,5 a 0,9, e que alguns parâmetros são adotados dos Estados Unidos e até mesmo de São Paulo, cujas características socioculturais são diferentes de algumas regiões do país.

Alguns estudos têm mostrado que, devido a fontes alternativas de abastecimento de água, como o reúso e a captação da água de chuva, os valores de C podem ser superiores a 1,0 (Moruzzi; Leão, 2019; Dornelles; Goldenfum; Tassi, 2012).

Em contrapartida, em estabelecimentos que apresentam alta área irrigável, o valor C usualmente adotado pela literatura se torna impraticável devido ao elevado consumo de água, porém baixa geração de esgotos, devendo ser realizados estudos para definição do real índice, conforme preconiza a norma NBR 9649 - Projeto de Rede Coletora de Esgoto (ABNT, 1986).

QUADRO 1: COEFICIENTES DE RETORNO DE ESGOTOS RECOMENDADO

Autor	Local	Ano	Coefficiente de retorno	Condição
Steel	EUA	1960	0,7 a 1,3	Condições dos Estados Unidos
Azevedo Neto	São Paulo	1966	0,8	Recomendações para o projeto
Fair, Geyer & Okun	EUA	1968	0,6 a 0,7	Condições dos Estados Unidos
José A. Martins	São Paulo	1977	0,7 a 0,9	Recomendações para o projeto
Metcalf & Eddy Inc.	EUA	1981	0,7	Condições dos Estados Unidos
NBR 9649 - ABNT	Brasil	1986	0,8	Recomendações para o projeto
SABESP	São Paulo	1990	0,85	Recomendações para projeto "Plano Diretor de Esgoto da Região Metropolitana de São Paulo"
Milton T. Tsutiya e Orlando Z. Casserati	Tatuí (Estado de São Paulo)	1995	0,52 a 0,84	Medições em sistemas operando há vários anos
Fernandes	Brasil	1997	0,6 a 1,3	Recomendações
Sobrinho & Tsutiya	Brasil	2000	0,5 a 0,9	Recomendações

Fonte: Adaptado (Macedo, 2019)

4.3 – TARIFICAÇÃO DE ESGOTOS NO BRASIL

Muitas companhias de saneamento têm adotado esse parâmetro C para cobrar a taxa de esgotos dos seus consumidores. De acordo com o SNIS (2022), há 3347 prestadores de serviços de esgotamento sanitário no país. Desse total, 3310 (98,9%) são de prestadores locais, que atendem um único município. Já os prestadores regionais, que são aqueles que atendem a diversos municípios, limítrofes ou não, são em 26 (0,8%) empresas; e os prestadores microrregionais, que são aqueles que atendem a pelo menos dois municípios, limítrofes ou não, são em 11 (0,3%) unidades.

Apesar de representar apenas 0,8% do total de prestadores de serviços, as empresas regionais atuam em 76,0% dos municípios brasileiros e atendem a 76,0% da população urbana. Além disso, as prestadoras de serviços regionais são responsáveis por 63% das ligações de esgotos e por 58% de toda a extensão de rede pública de esgotos do Brasil (SNIS, 2022).

O Quadro 02 mostra a taxa de esgoto cobrada pelas principais companhias regionais de saneamento brasileiras em virtude da sua maior abrangência perante as prestadoras locais e microrregionais, além da companhia de saneamento estadual local, a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). As taxas apresentadas foram coletadas das capitais e regiões metropolitanas de cada estado, fazendo referência ao sistema convencional de esgotos coletado e tratado para ocupações do tipo pública, uma vez que, dependendo da região do estado e da tipologia do ramal, a taxa de esgotos pode sofrer variações.

QUADRO 2: TAXAS DE ESGOTOS DAS COMPANHIAS REGIONAIS BRASILEIRAS DE SANEAMENTO

Região	Estado	Empresa	Taxa de Esgoto
Norte	Amazonas	COSAMA	-
Norte	Roraima	CAER	80%
Norte	Amapá	CAESA	100%
Norte	Pará	COSANPA	60%
Norte	Tocantins	BRK AMBIENTAL/SANEATINS	-
Norte	Rondônia	CAERD	70% 100% (com poço)
Norte	Acre	SANEACRE/ DEPASA	-
Nordeste	Maranhão	CAEMA	-
Nordeste	Piauí	AGESPISA	80%
Nordeste	Ceará	CAGECE	80%
Nordeste	Rio Grande do Norte	CAERN	70% 100% (com poço)
Nordeste	Pernambuco	COMPESA	100%
Nordeste	Paraíba	CAGEPA	100%
Nordeste	Sergipe	DESO	80%
Nordeste	Alagoas	CASAL	30%, 80% ou 100%
Nordeste	Bahia	EMBASA	80%
Centro-Oeste	Mato Grosso	SANEMAT	-
Centro-Oeste	Mato Grosso do Sul	SANESUL	50%

(Continua)

			(Finaliza)
Centro-Oeste	Goiás	SANEAGO	100%
Centro-Oeste	Distrito Federal	CAESB	100%
Sudeste	São Paulo	SABESP	100%
Sudeste	Rio de Janeiro	CEDAE	100%
Sudeste	Espírito Santo	CESAN	100%
Sudeste	Minas Gerais	COPASA	75%
Sul	Paraná	SANEPAR	85% (Capital) 80% (demais localidades)
Sul	Rio Grande do Sul	CORSAN	70%
Sul	Santa Catarina	CASAN	100%

Fonte: Elaboração própria em 2022

A não-uniformidade na taxa de esgotos aplicada pelas diferentes prestadoras de serviço no país reflete a situação da coleta e tratamento de esgotos das diferentes regiões brasileiras. Com base no SNIS (2022), enquanto o sudeste e centro-oeste representam, respectivamente, 81,7% e 61,9% da população total atendida com rede pública de esgotos; as regiões nordeste e norte apresentam apenas 30,2% e 14,0%, respectivamente.

Com relação ao tratamento de esgotos gerados, o Centro-Oeste lidera com 60,5%, seguidos do Sudeste (58,6%), Sul (46,7%), Nordeste (35,5%) e por fim o Norte com 20,6%. No entanto, apesar de coletar pouco esgoto, o tratamento de esgoto coletado das regiões norte e nordeste são, respectivamente, 84,1% e 77,9%, chegando a superar os valores do Sudeste (77,4%) (SNIS, 2022). Isso reforça que as taxas de esgotos inferiores a 100%, cuja maioria dos estados encontram-se no norte e nordeste, é provocada principalmente pela baixa infraestrutura no sistema de coleta de esgotos dessas regiões. No estado do Rio Grande do Norte, apenas 33,4% de todo o esgoto gerado é devidamente tratado. No entanto, 90,2% do esgoto coletado é tratado.

A Resolução nº RS.CA.P.G.02.0002.01 de 14 de setembro de 2021 do Conselho de Administração da CAERN dispõe sobre os valores de água e esgotos taxados pela companhia atualmente. É cobrada uma taxa de esgoto de 70% em relação ao consumo de água para os usuários do sistema convencional que são abastecidos com a rede pública de abastecimento de água. Caso os imóveis tenham uma fonte alternativa de abastecimento, como poços artesianos, a concessionária cobra uma taxa de esgoto de 100% sobre o consumo de água do poço (CAERN, 2021).

Essa mesma resolução, em seu artigo primeiro, parágrafo quarto, reforça que pode ser analisada a medição direta do efluente de esgotos, com ônus para o usuário/cliente, tanto da sua aquisição como da sua posterior substituição, quando necessário, em imóveis que se usam fontes alternativas autorizadas.

4.4 – AFERIÇÃO DE VAZÃO DE ESGOTOS

Diferentemente das ligações de água, as ligações de esgotos não apresentam dispositivo largamente utilizado no mercado para a medição do volume efetivamente gerado. Segundo Dornelles, Goldenfum e Tassi (2012), esta alternativa torna-se praticamente inviável, senão proibitiva, por questões técnicas e econômicas. De forma incipiente, algumas empresas privadas têm adotado por iniciativa própria a instalação de medidores de vazão para medir o real consumo de esgotos gerados em seus estabelecimentos.

Buscam-se aparelhos que facilitem a mensuração da vazão, principalmente os portáteis, como os medidores de vazão que utilizam o método ultrassom e possuem elevada precisão. (Pimenta *et al.*, 2018).

O medidor ultrassônico possui acurácia de aproximadamente 1% (Heiner; Barfuss; Johnson, 2011), apresenta, também, larga faixa de aplicação (diâmetros de 25 mm até 6000 mm) e pode ser aplicado a diversos materiais e fluídos. Além disso, segundo Stoker, Barfuss, Johnson (2012), são fáceis de instalar, não produzem perda de carga no sistema e não se limitam a uma instalação permanente.

Os instrumentos baseados em ultrassom se destacam pela forma não intrusiva (Murakawa; Kikura; Aritomi, 2008), não invasiva (Murai *et al.*, 2010) e de fácil instalação e manutenção (Murai *et al.*, 2009). Dessa forma, de acordo com Wang *et al.* (2010), o monitoramento e avaliação com medidores não intrusivos com base em ondas guiadas têm sido amplamente utilizados por pesquisadores e prestadores de serviços em diferentes aplicações.

Segundo Portocarrero *et al.* (2017), os medidores do tipo ultrassônicos são os mais utilizados quando há concentração de sedimentos no fluido devido à precisão ($\pm 0.25\%$ Fundo de Escala - F.E.) e praticidade, pois, como o sensor não entra em contato direto com o fluido, não há problemas de incrustações. O princípio de funcionamento se dá através de ondas sonoras que, quando entram em contato com o fluido, refletem e a partir do tempo de emissão e recebimento do eco é determinada a altura da lâmina de água.

Diferentemente dos medidores de vazão convencionais, os medidores de vazão tipo Calha Parshall são indicados em fluidos que preenchem parcialmente as tubulações, baixas vazões e pressões de trabalho, sendo comum em escoamento por gravidade. A calha Parshall é um vertedor que funciona mediante estrangulamentos e ressaltos que estabelecem para uma determinada seção vertical a montante uma relação entre a vazão e a lâmina de fluido. O sistema foi desenvolvido pelo engenheiro Ralph L. Parshall em cooperação com o Departamento de Irrigação dos Estados Unidos na década de 1920, sendo considerado um modelo aprimorado da Calha de Venturi (Portocarrero; Andrade; Campos, 2017). A medição acontece em conduto livre, onde o regime fluvial da vazão é submetido a um regime crítico, fazendo com que se obtenha relação entre a altura do fluido na calha e a vazão, ou seja, para altura X haverá vazão Y: a altura da lâmina da água está diretamente ligada à vazão.

A norma vigente no Brasil para os sistemas de medição de vazão com calhas Parshall é ABNT NBR ISO 9826:2008. Porém, tendo em vista ser uma norma relativamente recente, a grande maioria das calhas Parshall existentes obedecem à norma internacional ASTM D1941-21 (2021). A função matemática para a norma ASTM D1941-21 (2021) que expressa a vazão em função da altura é dada pela Equação 01 a seguir:

$$Q = K \times H^n \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

Q: Vazão em m³/h;

K: Constante que depende das dimensões da calha e ajuste da unidade de engenharia;

n: Valor que difere ligeiramente de 3/2;

H: Altura da lâmina d'água;

Os valores de K e de n são obtidos de acordo com o valor da garganta W, conforme Tabela 03. Já para a definição da garganta, a norma ASTM D1941-21 (2021) baseia-se nas capacidades de vazão mínima e máxima, conforme Tabela 04:

Tabela 3: Valores de n e K para vazão em m³/h

W		n	K
[inch]	[mm]		
1"	25,4	1,550	217,29
2"	50,8	1,550	434,58
3"	76,2	1,547	633,60
6"	152,4	1,580	1371,60
9"	228,6	1,530	1926,00
12"	304,8	1,522	2484,00
18"	457,2	1,538	3794,40
24"	609,6	1,550	5133,60
36"	914,4	1,566	7855,20
48"	1219,2	1,578	10566,00
60"	1524,0	1,587	13420,80
72"	1828,8	1,595	16254,00
84"	2133,6	1,601	19101,60
96"	2438,4	1,607	21963,60

Fonte: (INCONTROL, 2023)

Tabela 4: Definição da Garganta W

Largura da Garganta W (inch)	Capacidade de Vazão	
	Mín (m³/h)	Máx (m³/h)
1"	0,51	6,5 -15,3
2"	1,02	15,0 - 30,6
3"	3,06	40,0 - 194
6"	5,11	398
9"	9,18	907
12"	11,2	1641
18"	15,3	2508
24"	42,8	3374
36"	62,3	5138
48"	132	6922
60"	163	8726
72"	265	10551
84"	306	12376
96"	357	14221

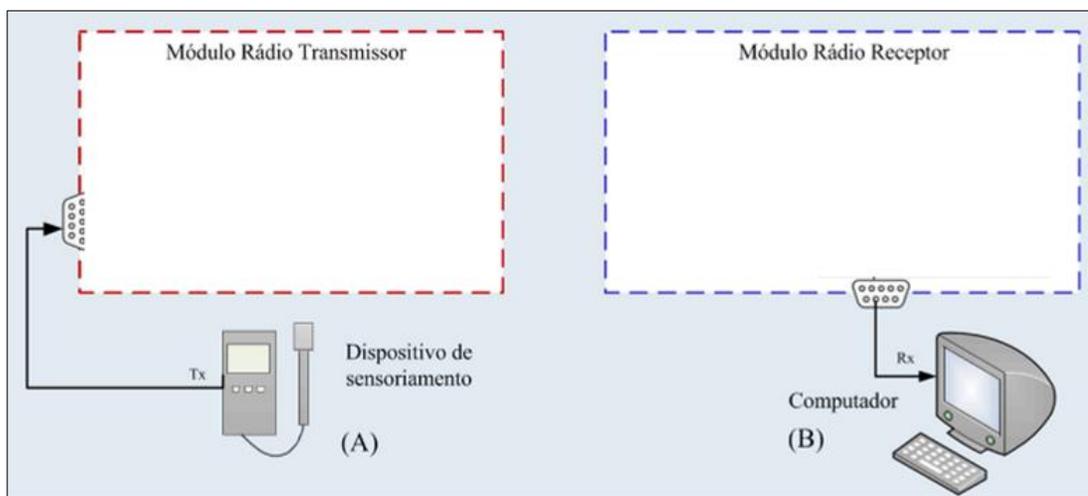
Fonte: (INCONTROL, 2023)

4.5 – TELEMETRIA

Associada aos medidores de vazão ultrassônicos, tem-se usado da tecnologia da telemetria para captação de medições cada vez mais instantâneas e realistas. A telemetria consiste na transmissão de dados sem fio, através de sistemas de rádio (Almaraz et al., 2014) e tem sido utilizada nos mais diversos setores. A análise dos dados em tempo real, bem como a facilidade da aquisição destes dados, mesmo em locais de difícil acesso são as principais vantagens do monitoramento sem fio (Barboza; Martins, 2014).

A Figura 01 mostra o princípio de funcionamento da telemetria: através dos medidores de vazão ultrassônicos, são realizadas diversas coletas ao longo do dia das lâminas do fluido na Calha Parshall. Essas informações são processadas no módulo controlador que calcula a vazão, previamente formulada com base na dimensão da calha Parshall, através dos valores da lâmina do fluido. Esses dados são transmitidos pelo transmissor em rede de internet e são recebidos pelo receptor, que gera um banco de dados com todas as medições aferidas durante um intervalo de tempo, sendo esse banco de dados processados em planilhas ou documentos de texto para serem manipulados.

Figura 1: Funcionamento da transmissão das medições por telemetria



Fonte: Adaptado (BARBOZA; MARTINS, 2014)

O investimento na utilização de sistemas mais precisos e exatos de controle e medição de vazão ainda é pouco realizado, seja pelos custos dos sistemas, ou seja, pelo desconhecimento dos sistemas disponíveis no mercado (Armando *et al.*, 2011). A aquisição e instalação destes medidores são relativamente onerosos e requerem projetos prévios para sua eficiente utilização. Dessa

maneira, as instituições públicas, principalmente as de grande contingente populacional como são os ambientes escolares, acabam apresentando maiores gastos no que concerne a tarifação de esgotos devido à falta de recursos para a adoção de dispositivos próprios de medição de esgoto e pela burocracia dos trâmites públicos.

A Figura 02 mostra um exemplo prático da instalação desses dispositivos no ramal de saída dos efluentes em uma instituição de ensino privada, que já adota a medição real do esgoto gerado, localizada no bairro de Tirol, na cidade de Natal/RN. Os registros fotográficos foram feitos no dia 06 de abril de 2022 por meio de visita *in loco* das instalações.

Figura 2: Dispositivos para medição de esgotos por telemetria



Figura 02.a – Caixa do medidor de vazão



Figura 02.b – Medidor de vazão ultrassônico na Calha Parshall



Figura 02.c – Receptor de dados



Figura 02.d – Medições de vazões instantâneas

Fonte: Elaboração própria em 2023

5- MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção, serão abordados a caracterização da pesquisa e da área de estudo; e etapas e procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa; além das etapas e procedimentos metodológicos.

5.1 – CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é considerada como aplicada, cuja finalidade é gerar soluções aos problemas humanos, entender como lidar com um problema (Trujillo; Ferrari, 1982). Caracteriza-se quanto à natureza como quantitativa, uma vez que trata da análise de relações entre as variáveis, e perpassa por um plano preestabelecido com hipóteses e variáveis claramente definidas (Vieira, 1996). No que tange aos objetivos a pesquisa tem caráter descritivo, pois visa o estabelecimento de relações entre variáveis, além de descrever características de uma população, amostra, contexto ou fenômeno (Gil, 2007).

Já no que concerne aos procedimentos de coleta, a pesquisa mostra-se como um estudo de caso que visa investigação de um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, em que os limites entre os fenômenos e o contexto nem sempre são percebidos claramente, além de procurar conhecer a realidade de um indivíduo, de um grupo de pessoas, de uma ou mais organizações em profundidade (Zanella, 2013).

5.2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Essa pesquisa foi realizada no Campus Natal-Central do IFRN (Figura 03), localizado na Avenida Senador Salgado Filho, nº 1559, bairro do Tirol, Natal-RN, e que possui uma área de 90.000 m². A instituição foi inaugurada em 11 de março de 1967, quando a antiga Escola Industrial de Natal foi transferida do prédio histórico da Avenida Rio Branco, centro da capital, para as instalações do atual Campus Central, conforme o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) – 2019/2026 (IFRN, 2022).

Ainda de acordo com o PDI (IFRN, 2022) em relação aos demais campi, vale destacar que o Campus Natal-Central dispõe da mais ampla estrutura física e operacional, nas dimensões acadêmica, esportiva e administrativa, o maior número de servidores e discentes. A fim de atender os focos tecnológicos do Campus, existem cinco diretorias acadêmicas: I. Diretoria de Ciências

(DIAC); II. Diretoria de Informática (DIATINF); III. Diretoria de Indústria (DIACIN); IV. Diretoria de Construção Civil (DIACON); e V. Diretoria de Recursos Naturais (DIAREN).

Figura 3: Vista aérea do Campus Natal-Central



Fonte: THIWS GEOTECNOLOGIA (2016)

Em relação à estrutura física, o Campus dispõe de um auditório central (490 lugares) e três miniauditórios, uma biblioteca central e uma setorial na DIAC, uma unidade de assistência médico-odontológica e de acompanhamento psicológico, amplo estacionamento e lanchonete e refeitório. Em relação a estrutura esportiva: duas piscinas, três quadras esportivas, um ginásio poliesportivo e um campo de futebol com pista de atletismo (IFRN, 2022).

Com relação a população circulante no Campus, conforme dados dos setores internos do IFRN, em novembro de 2022 havia 3635 alunos matriculados nos turnos matutino, vespertino e noturno; 359 docentes; 193 técnicos administrativos; 23 estagiários; e 118 servidores de empresas terceirizadas, totalizando uma comunidade escolar de 4328 pessoas. Além disso, cabe destacar que existe uma população flutuante de visitantes e participantes de projetos de extensão do campus.

Vales destacar que o quantitativo de alunos corresponde a aproximadamente 84% de toda a comunidade escolar. No entanto, esses usuários apresentam uma flutuação ao longo dos turnos, como é apresentada na Tabela 05.

Tabela 5: Distribuição da população por turno

Turno	Alunos					Servi- dores	Tercei- rizados	Total
	Integral	Diurno	manhã	tarde	noite			
Matutino	493	181	653			575	118	2020
Vespertino	493	181		1089		575	118	2456
Noturno	493				1219			1712

Fonte: Elaboração própria em 2023

Dessa maneira, percebe-se que o turno vespertino deve apresentar maior contribuição de consumo de água e conseqüentemente maior geração de esgotos ao longo do dia no Campus Natal-Central do IFRN por apresentar maior números de usuários.

5.2.1 – Consumo de Água do Campus

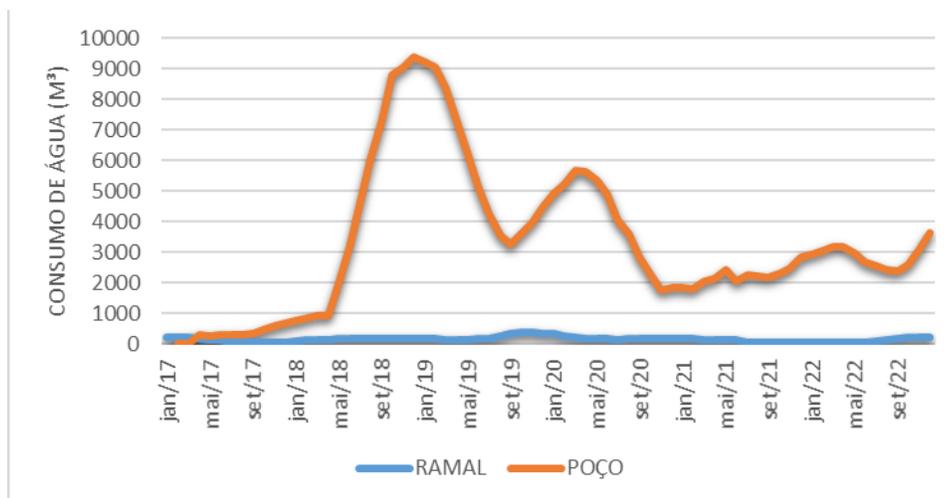
O Campus Natal-Central do IFRN possui três fontes de abastecimento de água: um ramal de água abastecido pela concessionária local; e dois poços artesianos (Poço 01 e Poço 02). O Poço 02, localizado nas proximidades do campo de futebol, não possui seu volume faturado pela concessionária. Com base na Figura 04, tem-se o volume de água consumido para as duas situações micromedidas desde janeiro de 2017 até dezembro de 2022. Percebe-se que o volume consumido de água pelo Poço 01 é muito maior quando comparado ao consumo do ramal abastecido pela concessionária, inferindo-se que o campus é abastecido primordialmente pelo poço 01.

O Poço 01, cuja matrícula na CAERN é 9806679, foi instalado com o objetivo de atender as demandas de maior consumo do campus (banheiros, vestiários, piscina e irrigação). Nesse poço, que era utilizado até janeiro de 2017 sem medição da concessionária, foi instalado um macromedidor que iniciou o registro real de consumo mensal do poço (Nóbrega, 2021). Assim, obteve-se um elevado consumo, pois a concessionária considera, a nível da taxa de esgotos gerados, que 100% do volume é água retirada do poço é calculada como efluente para a rede coletora de esgotos.

No entanto, a instituição possui uma área verde considerável, e conseqüentemente boa parte do volume de água captada no Poço 01 é destinada para esse fim, não contribuindo para o sistema de esgotamento sanitário, o que diminui consideravelmente o volume de efluente destinado à rede

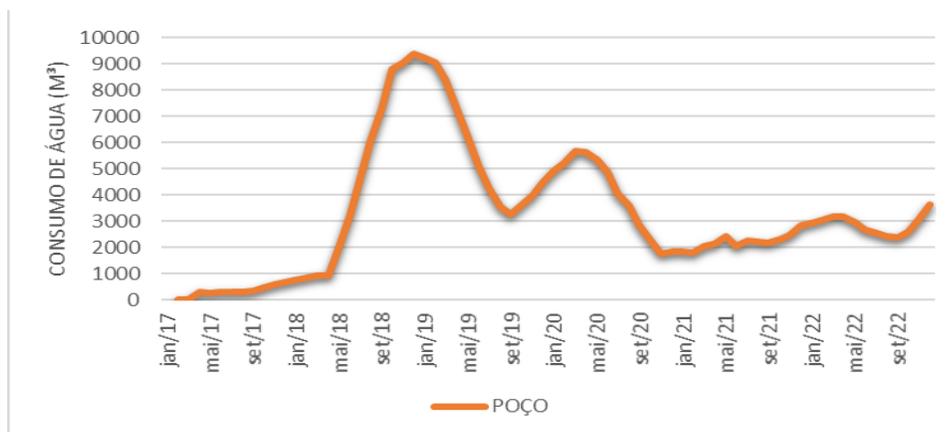
coletora. Dessa forma, conforme a Figura 05, são apresentados os volumes de consumo faturados pela CAERN com relação ao Poço 01, entre janeiro de 2017 e dezembro de 2022.

Figura 4: Abastecimento de água do campus: Ramal x Poço



Fonte: (IFRN, 2023)

Figura 5: Volume consumido de água pelo Poço 01



Fonte: (IFRN, 2023)

Percebe-se que, durante o período pandêmico da Covid-19, entre os anos 2020 e 2021, houve uma redução do consumo de água devido às aulas remotas e trabalhos em home office, no entanto o consumo médio do poço se deu por volta de 2000 m³ por mês ao longo de 2021.

Na tabela 06 a seguir é demonstrado o volume total mensal de água consumido tanto pelo poço como pelo ramal da concessionária entre os anos de 2017 e 2022.

Tabela 6: Volume de Água total (ramal e poço) - m³

Mês	Ano					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Jan	211	892	9381	5319	2036	2999
Fev	215	999	9219	5498	1976	3093
Mar	215	1058	8562	5897	2223	3226
Abr	472	1061	7396	5830	2307	3211
Mai	432	2168	6412	5529	2579	3062
Jun	434	3397	5276	5049	2207	2776
Jul	347	4821	4447	4219	2311	2643
Ago	348	6226	3841	3759	2299	2576
Set	406	7494	3600	3031	2228	2562
Out	506	9002	4039	2434	2349	2828
Nov	656	9209	4382	1953	2519	3280
Dez	749	9545	4852	2027	2898	3855
Média Anual	416	4656	5951	4212	2328	3009

Fonte: Elaboração Própria em 2023.

5.2.2 – Geração de Esgoto no Campus

Com relação ao sistema de esgotamento sanitário, o campus Natal-Central (CNAT) do IFRN possui dois coletores prediais de efluentes, sendo um deles localizado na Avenida Nevaldo Rocha (antiga Avenida Bernardo Vieira), próximo ao portão de acesso lateral do CNAT, e outro, na Avenida Senador Salgado Filho, próximo às quadras de esporte, ambos adotando o sistema convencional de esgotos. Ressalta-se ainda que todo o sistema de coleta dos efluentes é realizado por gravidade, sem a necessidade bombeamento dos efluentes (Nóbrega, 2021).

Por não haver uma medição direta dos efluentes do Campus Natal-Central do IFRN, no ano de 2019 foi realizado um monitoramento pelo método volumétrico instantâneo da vazão de esgoto descartados na rede pública. Segundo Araújo et al. (2019), os dados indicaram que o campus lança 9,9 m³/dia (0,72 m³/h) e 24,1 m³/dia (1,75 m³/h) de efluente nos ramais das Avenidas Nevaldo Rocha e Senador Salgado Filho, respectivamente, resultando numa contribuição diária total de 34,0 m³ (entre segunda-feira e sexta-feira) na rede coletora de esgotos.

Com base em Nóbrega (2021) e Araújo e Tavares. (2019), para uma média de 22 dias úteis de atividades acadêmicas e administrativas por mês, a contribuição total mensal de esgotos gerados é da ordem de 750 m³.

A concessionária local adota a medição indireta de esgotos com base no consumo de água, sendo considerado 100% do volume de água para a medição de esgotos em caso de poço artesiano. Dessa forma percebe-se que esse tipo de medição se torna irreal e impraticável para o Campus Natal Central do IFRN, uma vez o valor real medido (750 m³) está muito abaixo da média anual do volume de água (Tabela 04) após a instalação do poço em 2017.

5.2.3 – Custos Operacionais

Os custos referentes aos gastos totais de consumo de água e esgotos do Campus Natal-Central do IFRN originados tanto do poço como do ramal da CAERN, entre janeiro de 2018 até dezembro de 2022, estão apresentados na Tabela 07 a seguir:

Tabela 7: Custos Operacionais Totais de Água e esgoto do Campus

Mês	Ano				
	2018	2019	2020	2021	2022
Jan	9.285,17	()*	55.905,70	24.590,03	30.215,63
Fev	9.129,27	43.911,41	52.516,21	10.296,88	29.221,88
Mar	9.013,07	29.514,07	51.955,52	19.578,41	25.489,90
Abr	13.253,17	29.024,40	32.171,88	18.297,39	21.501,26
Mai	3.050,26	37.662,50	34.163,97	15.357,11	21.466,60
Jun	1.922,54	39.342,07	16.301,49	24.720,52	25.193,50
Jul	2.666,54	35.997,08	29.525,32	23.878,47	29.350,04
Ago	2.020,48	33.119,61	14.147,88	20.785,68	29.949,03
Set	3.451,68	55.294,92	13.587,92	25.252,95	42.394,68
Out	3.047,99	48.424,30	7.790,16	()*	46.368,91
Nov	2.776,38	60.330,18	37.711,72	37.484,50	55.715,04
Dez	()*	63.718,53	16.168,15	31.301,80	59.831,89
Média Mensal	R\$ 5.419,69	R\$ 43.303,55	R\$ 30.162,16	R\$ 22.867,61	R\$ 34.724,86
Média Total	R\$ 32.764,55				

Fonte: (IFRN, 2023)

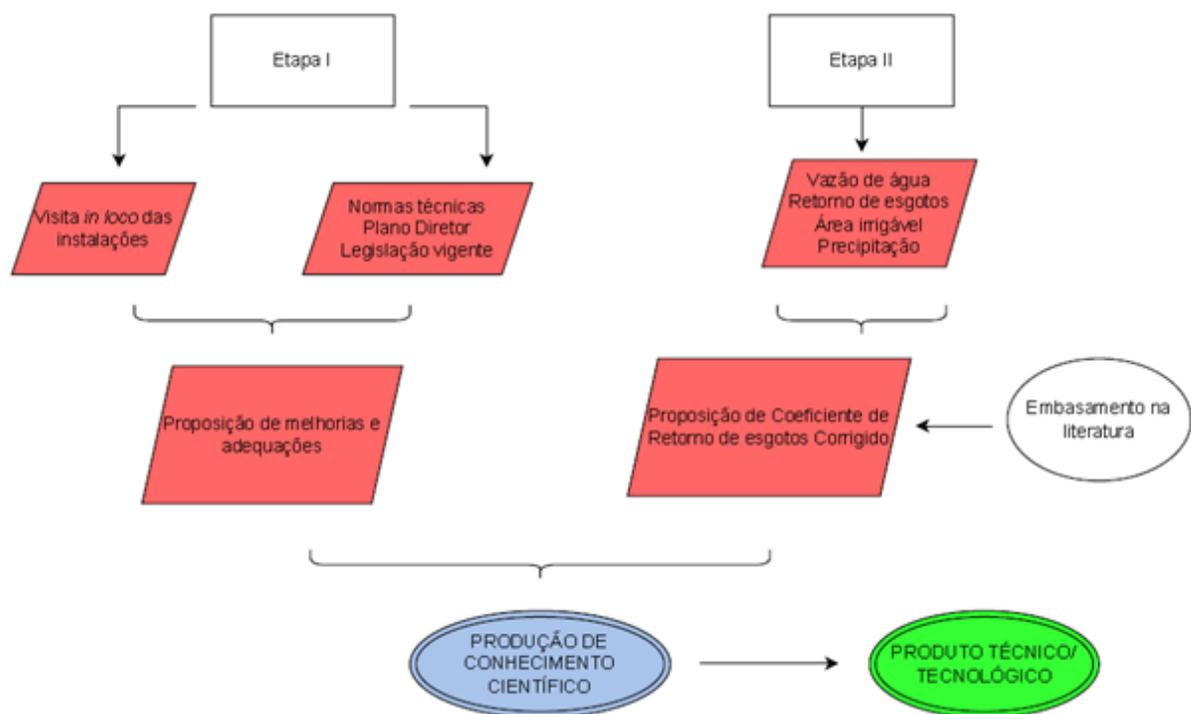
Nota: () * Os referidos valores foram desconsiderados devidos incidir outros custos, como juros, multas e acréscimos além do consumo de água do campus.

Percebe-se então que tais gastos chegam em média a R\$ 32 mil reais mensais para o campus, chegando a meses, como dezembro de 2019, a serem gastos mais de R\$ 63 mil reais, gerando assim um alto custo operacional para a instituição.

5.3 – ETAPAS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos da pesquisa foram divididos em duas etapas, conforme Figura 06. A etapa I compreendeu as visitas in loco das instalações sanitárias do campus. Essa etapa visou propor melhorias nas instalações com base nas legislações e normas vigentes, a fim de garantir a eficiência dessas instalações no campus.

Figura 6: Etapas e procedimentos metodológicos da pesquisa



Fonte: Elaboração própria em 2023.

Para isso, realizou-se uma consulta junto ao catálogo de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a fim de elencar as normas atuais em vigor referentes ao tema da pesquisa, uma vez que recentemente várias normativas passaram por revisões. Inicialmente pesquisou-se com a palavra-chave “esgoto”, sendo elencadas 83 normas, dentre as quais verificou-se que 21 subsidiaram o tema da pesquisa, conforme Quadro 03 a seguir:

QUADRO 3: NORMATIVAS VIGENTES QUANTO AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE EDIFICAÇÕES

Item	Norma ABNT NBR	Descrição
1	17015:2022	Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis
2	ISO 21138-1:2021	Sistemas de tubulação plástica subterrânea não pressurizada para drenagem e esgoto - Sistemas de tubulação com parede estruturada de policloreto de vinila não plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) e polietileno (PE)
3	ISO 21138-2:2021	Sistemas de tubulação plástica subterrânea não pressurizada para drenagem e esgoto - Sistemas de tubulação com parede estruturada de policloreto de vinila não plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) e polietileno (PE)
4	5688:2018	Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação - Requisitos
5	24510:2012	Atividades relacionadas aos serviços de água potável e de esgoto — Diretrizes para a avaliação e para a melhoria dos serviços prestados aos usuários
6	10569:1988 Errata 1:2002	Conexões de PVC rígido com junta elástica, para coletor de esgoto sanitário - Tipos e dimensões - Padronização
7	14486:2000	Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de redes coletoras com tubos de PVC
8	7362-1:2005 Errata 1:2007	Sistemas enterrados para condução de esgoto
9	8160:1999	Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução
10	10569:1988 Versão Corrigida:2002	Conexões de PVC rígido com junta elástica, para coletor de esgoto sanitário - Tipos e dimensões - Padronização
11	10570:1988	Tubos e conexões de PVC rígido com junta elástica para coletor predial e sistema condominial de esgoto sanitário - Tipos e dimensões - Padronização

(Continua)

(Finaliza)

12	7367:1988	Projeto e assentamento de tubulações de PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário
13	7369:1988	Junta elástica de tubos de PVC rígido coletores de esgoto - Verificação do desempenho
14	9800:1987	Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário - Procedimento
15	9648:1986	Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento
16	9649:1986	Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário - Procedimento
17	9051:1985	Anel de borracha para tubulações de PVC rígido coletores de esgoto sanitário - Especificação
18	7968:1983	Diâmetros nominais em tubulações de saneamento nas áreas de rede de distribuição, adutoras, redes coletoras de esgoto e interceptores - Padronização
19	11885:2017	Grade de barras retas, de limpeza manual - Requisitos gerais
20	14162:2017	Aparelhos sanitários - Sifão - Requisitos e métodos de ensaio
21	7231:1999	Conexões de PVC - Verificação do comportamento ao calor

Fonte: Elaboração própria em 2023

Para as normas referentes a manutenções em edificações, foram usadas as palavras-chave “manutenção predial” e “manutenção de edificações”, sendo localizadas 17 normas, das quais 8 foram elencadas como relevantes para o tema do trabalho, como mostra o Quadro 04. Dessa maneira, a Norma NBR ABNT 14037:2011 (Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos) servirá como base para a elaboração do produto técnico proposto na pesquisa.

QUADRO 4: NORMATIVAS VIGENTES QUANTO À MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Item	Norma ABNT NBR	Descrição
1	15575-1:2021	Edificações habitacionais — Desempenho
2	15575-6:2021	Edificações habitacionais — Desempenho
3	16280:2020 Versão Corrigida:2022	Reforma em edificações — Sistema de gestão de reformas — Requisitos
4	16747:2020 Versão Corrigida:2020	Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento
5	16280:2014 Emenda 1:2015	Reforma em edificações — Sistema de gestão de reformas — Requisitos
6	5674:2012	Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção
7	14037:2011 Versão Corrigida:2014	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
8	14037:2011 Errata 1:2014	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos

Fonte: Elaboração própria em 2023

Por fim, pesquisou-se as normas com as palavras-chave “medidores de vazão”, sendo localizadas 6 normas, das quais apenas 4 subsidiam o tema abordado na pesquisa, conforme Quadro 05 a seguir:

QUADRO 5: NORMATIVAS VIGENTES QUANTO AOS MEDIDORES DE VAZÃO

Item	Norma ABNT NBR	Descrição
1	16198:2013	Medição de vazão de fluidos em condutos fechados — Métodos usando medidor de vazão ultrassônico por tempo de trânsito — Diretrizes gerais de seleção, instalação e uso
2	10977:1989	Medidor de vazão de fluidos - Terminologia

(Continua)

(Finaliza)

3	ISO 9104:2000	Medição de vazão de fluidos em condutos fechados - Métodos para avaliação de desempenho de medidores de vazão eletromagnéticos para líquidos
4	13403:1995	Medição de vazão em efluentes líquidos e corpos receptores - escoamento livre - Procedimento

Fonte: Elaboração própria em 2023

5.3.1 – Visitas *in loco*

As visitas *in loco* e as inspeções das instalações sanitárias do Campus Natal-Central foram realizadas entre os dias 29/06 ao dia 21/07 do ano de 2023, sendo vistoriados um total de 79 banheiros, entre eles masculinos, femininos e unissex; além da inspeção dos dois ramais de esgoto existentes no campus, um direcionado para a Avenida Salgado Filho e o outro lançando seus efluentes na rede pública de esgotos da Avenida Nevaldo Rocha, como mostram as Figuras 07a a Figura 07h. Tais visitas ocorreram primordialmente no final do turno vespertino, o qual apresenta maior concentração populacional, e o início do turno noturno, sendo vistoriados no horário de maior pico e conseqüentemente maior uso e demanda das instalações sanitárias.

Para orientação das visitas *in loco* e as inspeções, foi realizado um *check-list*, conforme Apêndice baseado na norma vigente NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução (ABNT, 1999).

Figura 7: Vistoria de *in loco* das peças e instalações sanitárias



Figura 07 a) - Chuveiro



Figura 07 b) Mictórios



Figura 07 c) lavatórios



Figura 07 d) Bacia sanitária



Figura 07 e) Caixa de inspeção



Figura 07 f) Tubo de queda seguido de caixa



Figura 07 g) Tubo de queda seguido de caixa



Figura 07 h) Tubo de ventilação e de drenagem

Fonte: Elaboração própria em 2023

5.3.2 – Coeficiente Corrigido de Retorno de Esgotos

Já a etapa II visou reduzir os custos do campus por meio da proposição de um coeficiente de retorno de esgotos corrigido, em virtude do alto consumo de água para irrigação no campus.

Para a medição real da geração de esgotos do campus, serão necessárias as instalações de uma calha Parshall e um medidor de nível e vazão do tipo ultrassônico juntamente com painel eletrônico em cada caixa de inspeção na saída de esgotos. As caixas já existentes foram alteradas para atender o novo arranjo com caixa de pré-tratamento, caixa de proteção do medidor de vazão e caixa de passagem do efluente construídas em alvenaria de tijolo cerâmico e rebocadas com argamassa de cimento e areia, como mostram as Figuras 08 e 09.

Figura 8: Caixa do medidor de vazão da Avenida Nevaldo Rocha

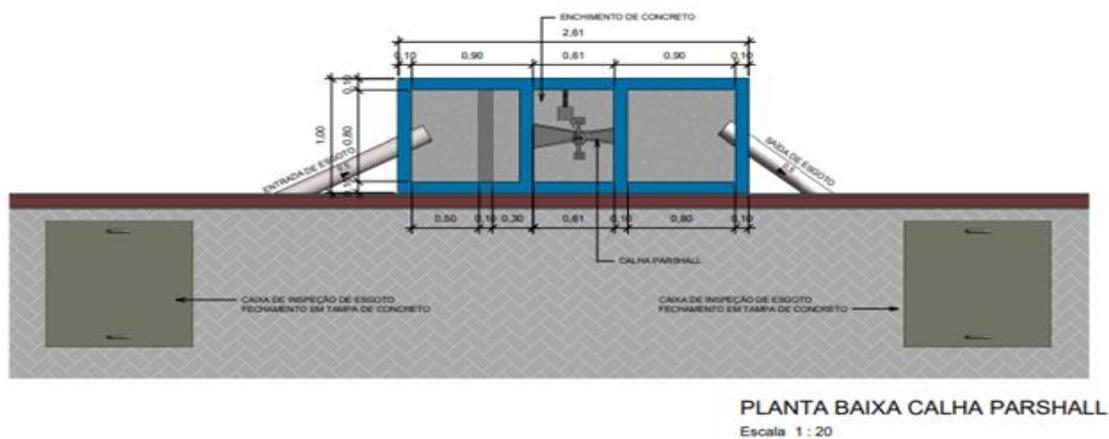


Figura 08 – a) Planta baixa da calha Parshal



Figura 08 (b) – Execução da caixa do medidor de vazão



Figura 08 (c) - Execução da caixa do medidor de vazão

Fonte: NORDESTEHIDRO (2022)

Figura 9: Caixa do medidor de vazão da Avenida Salgado Filho

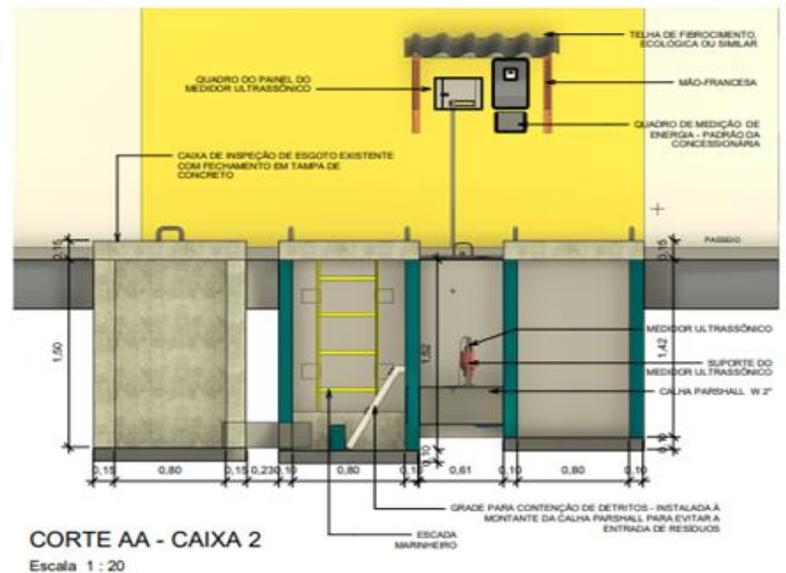


Figura 09 – a) Vista em Corte da caixa do medidor de vazão



Figura 09 – b) Execução da caixa do medidor de vazão Figura 09 – c) Execução da caixa do medidor de vazão
Fonte: NORDESTEHIDRO (2022)

A instalação desses equipamentos e adequações estruturais foi feita por meio do Projeto CNAT Sustentável, financiado pelo campus Natal-Central e executado via FUNCERN (Fundação

de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte). Seguem as características dos equipamentos que foram instalados de acordo com as demandas do instituto:

Características da Calha Parshall:

- Medidor de vazão para canal aberto Calha Parshall W=2" (modelo padrão), com suporte em prfv;
- Medidas do volume (peça com embalagem): 65cm comprimento x 25cm largura x 32cm altura;
- Peso de aproximadamente de 3,5 kg;
- Fabricada em poliéster reforçado com fibra de vidro, espessura 3mm, atendendo as especificações da norma ASTM D 1941 e as exigências das empresas de saneamento, de controle e fiscalização ambiental;
- Parte interna lisa e sem irregularidades com aplicação de gel coat isoftálico na cor azul médio com inibidor UV;
- Parte externa com perfil de ancoragem no concreto;
- Vazão mínima de 0,50 m³/h;
- Vazão máxima de 15,29 m³/h;

Medidor de nível e vazão do tipo ultrassônico e painel eletrônico:

- Medidor de vazão ultrassônico para calha Parshall, (SENSOR + COMPUTADOR DE VAZÃO);
- Cabo de 10 metros incluso e alcance até 7 metros, devendo o painel ser instalado o mais próximo possível;
- Função Datalogger inclusa (armazena dados) – integrado;
- Display em LCD numérico com 05 linhas com 90;
- Caracteres, com indicação e totalização da vazão;
- 01 entrada para sensor ultrassônico;
- 01 saída de 4 a 20 mA correspondente à indicação de vazão;
- 01 saída de pulso correspondente ao volume escoado;
- Comunicação serial RS 485 (opcional);
- Alimentação 220 V;

- Painel com grau de proteção IP 65 e Sensor IP 67;
- Exatidão de $\pm 0,25\%$ de F.E (Fundo de Escala);
- Resolução de ± 1 mm;
- Nobreak para manter a energização em caso de falta de energia;
- Horímetro digital ou analógico 220V ligado diretamente na alimentação do medidor;
- Sistema de lacre na porta do painel dos instrumentos e equipamentos;

Esse sistema de medição possui pré-tratamento com grades para contenção de detritos, sendo instalada a montante da Calha Parshall.

Os dados foram coletados a partir das medições realizadas através da Calha Parshall e do medidor ultrassônico de vazão, sendo tratados em planilhas ou documentos de textos editáveis para melhor manipulação das variáveis.

5.3.3 - Ferramentas de Gestão da Qualidade: 5W2H e SWOT

Conforme Ventura e Suquizaqui (2020), ferramentas de gestão da qualidade podem auxiliar na interpretação de informações qualitativas. Dentre tais ferramentas, destacam-se as matrizes 5W2H e SWOT.

Com base em Kuligovski (2021 *apud* LOBATO; SANTOS, 2023), a matriz 5W2H é uma ferramenta que proporciona auxílio no planejamento das atividades de uma empresa ou setor específico; e pode ser utilizada na etapa de planejamento de ações e tomada de decisões, considerando as 07 (sete) questões (“*what*” - o que?; “*where*”- onde?; “*when*” - quando?; “*why*” - por quê?; “*who*” - quem?; “*how*” - como?; “*how much*” - quanto?) que oferecem informações gerenciais através das definições de responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos associados. Neste trabalho a matriz 5W2H foi utilizada para a elaboração de um plano de ação para correção das irregularidades encontradas no decorrer das inspeções no SPES.

Já a matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*), é uma ferramenta utilizada para planejamento estratégico e gestão estratégica nas organizações. Pode ser usado de forma eficaz para construir estratégia organizacional e estratégia competitiva (Ventura; Suquizaqui, 2020). Nessa ferramenta gerencial são identificados pontos de forças e fraquezas internamente ao ambiente analisado; e oportunidades e ameaças aos pontos de origem externas. A matriz SWOT foi utilizada para embasar as ações do manual de boas práticas das instalações do CNAT.

5.3.4 – Área verde irrigável

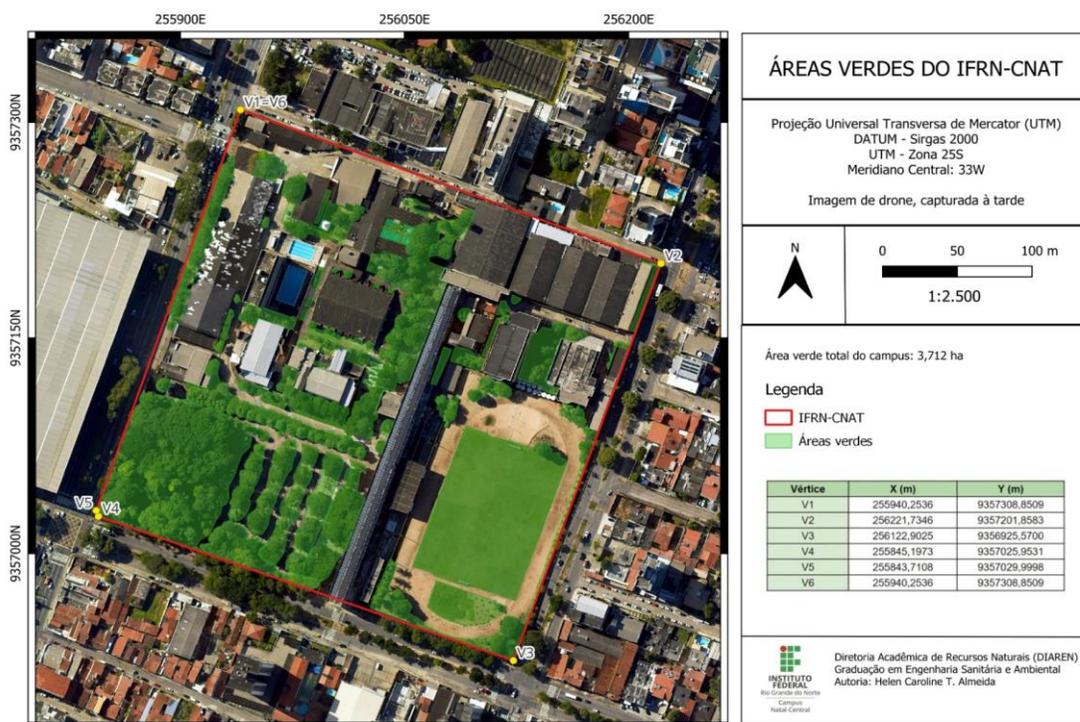
O IFRN-CNAT apresenta uma área verde considerável, o que implica em uma alta demanda de consumo de água para irrigação. Dessa forma, realizou-se um estudo para quantificar a porcentagem de área verde que o campus apresenta atualmente.

Para essa análise, realizou a captura de imagens via drone no turno vespertino para obtenção de dados fotogramétricos. Tais imagens baseiam-se na Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 25S, Datum Sirgas 2000 e meridiano central de 33W, como mostra a Figura 10.

Dessa forma, chegou-se à conclusão de que a área construída total do campus é de 8,862 ha, enquanto a área verde irrigável do CNAT equivale a 3,712 ha, representando assim aproximadamente 41,89% da área total da instituição.

Logo, a metodologia do CREC adotada para a cobrança dos da taxa de esgotos pelas concessionárias, nos casos de elevada área irrigável, se torna irreal e injusta. Assim, deve ser adotada outra metodologia, a qual seja mais realista e compatível, para a estimativa e cobrança do volume de esgoto efetivamente gerado pelos estabelecimentos.

Figura 10: Levantamento da área irrigável do CNAT



Fonte: Almeida (2023)

Um estudo realizado por Barbosa *et al.* (2018) estimou a vazão de várias unidades escolares em função da água destinada para as torneiras de jardins. O edifício que mais se aproximou das características de área construída do CNAT foi o Instituto Central de Ciências Norte (ICC-Norte) e Sul (ICC-Sul), apresentando aproximadamente uma área construída de 32.287,83 m² cada. O ICC obteve um indicador de consumo corrigido para usos-finais de 0,96 l/m²/dia para as torneiras do jardim; 0,79 l/m²/dia para lavagem de pisos; e 0,59 l/m²/dia para perda de água com vazamentos; sendo adotado o valor da soma das torneiras de jardim, lavagem de pisos e perda com vazamentos, totalizando assim 2,34 (0,96+0,79+0,59) l/m²/dia o estudo em questão.

6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 - INSPEÇÕES NAS TUBULAÇÕES INTERNAS

6.1.1 – Fatores Positivos

Nas vistorias em campo e inspeções, verificou-se a existência de vazamentos de água e obstruções de esgoto; bem como se havia ligação clandestina de água de chuva nos banheiros. Assim, conforme Tabela 08 não foram verificados vazamentos significativos de água (94%), nem obstruções de esgoto (95%). Além disso, em quase toda a totalidade das instalações (97%) não se verificou ligação clandestina de água de chuva no SPES interna, fator esse que é considerado irrisória a incidência de água de chuva nessas tubulações internas.

Tabela 8: Vazamentos, obstruções e água de chuva no SPES

Questionamento	Sim	Não
Há vazamento de água?	06%	94%
Há obstrução de esgoto?	05%	95%
Há presença de água de chuva adentrando no sistema de esgotos nos banheiros?	03%	97%

Fonte: Elaboração própria em 2023.

Não foi detectado contaminação direta de água potável por meio de retrossifonagem ou conexão cruzada. A conexão cruzada, conforme Oliveira e Barreto (2021), é provocada devido ao contato de águas servidas com a água potável da rede (Figura 11). O ponto onde este contato pode

vir a ocorrer denomina-se conexão cruzada ou “*Cross-Connection*”. Ela pode ser do tipo direta ou indireta.

Figura 11: Exemplos de Conexão Cruzada

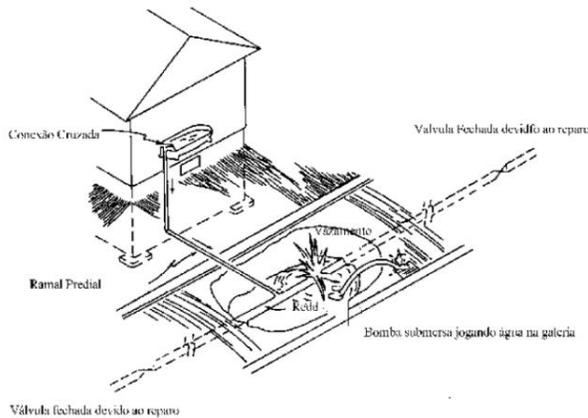


Figura 11 (a): Conexão cruzada direta

Fonte: Tomaz (2010)

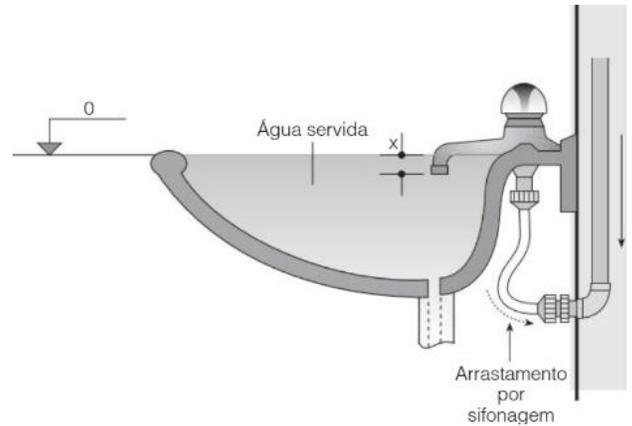


Figura 11 (b): Retrossifonagem

Fonte: Júnior (2008)

Denomina-se conexão cruzada direta aquela que permite o fluxo da água de um sistema para outro, simplesmente existindo uma pressão diferencial entre os dois pontos. Já a conexão indireta ocorre quando “o fluxo de água no sentido da rede está sujeito a uma situação anormal, que venha aproximar a água servida o suficiente da extremidade do ponto de utilização para que esta possa ser succionada para a tubulação”, denominada também de “retrossifonagem” (Oliveira; Barreto, 2021).

Já retrossifonagem é a entrada de água servida nas instalações de água potável devido a pressões negativas na rede, passível de ocorrer em equipamentos como reservatórios, caixas de descarga e outros aparelhos que não possuem separação atmosférica suficiente (Silva, 2019). De acordo com Oliveira e Barreto (2021) “a retrossifonagem pode ocorrer em aparelhos que apresentam a entrada de água potável abaixo do plano de transbordamento dos mesmos.”

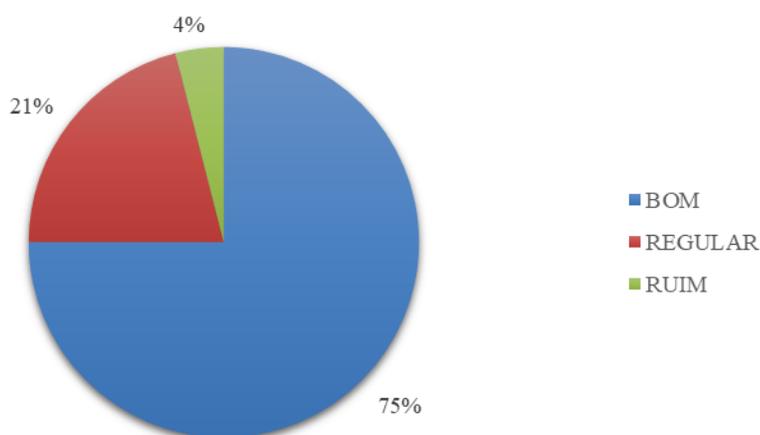
De acordo com Silva (2019), para evitar a retrossifonagem é indispensável cumprir as seguintes recomendações:

- Separação atmosférica superior a duas vezes o diâmetro da tubulação;
- Tubulação independente para os aparelhos sujeitos a retrossifonagem;
- Ventilação da coluna de distribuição que abastece os aparelhos sujeitos a retrossifonagem;

- Dispositivo quebrador de vácuo nos sub-ramais que abastecem os aparelhos sujeitos a retrossifonagem;

Investigou-se também qual o estado de higienização dos recintos e constatou-se que, conforme Figura 12, 75% dos ambientes vistoriados registraram “bom” estado de higienização; enquanto 21% apresentaram “regular” higienização e apenas 4% com estado de higienização considerado “ruim”.

Figura 12: Estado de higienização dos banheiros



Fonte: Elaboração própria em 2023

Um ponto importante observado, conforme norma NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução (ABNT, 1999), foi o comprimento das tubulações de esgoto. Tais tubulações são subdivididas em instalações primárias e secundárias. As instalações primárias representam o conjunto de tubulações e dispositivos onde têm acesso gases provenientes do coletor público ou dos dispositivos de tratamento. Já as tubulações secundárias são o conjunto de tubulações e dispositivos onde não têm acesso os gases provenientes do coletor público ou dos dispositivos de tratamento, por isso, nesse caso, é de fundamental importância os desconectores nessas tubulações, pois eles são um dos elementos que garantem a ausência de gases nessas tubulações.

Tem-se como definição, conforme Norma ABNT 8160 (1999), que o ramal de descarga corresponde à tubulação que recebe diretamente os efluentes de aparelhos sanitários. Já o ramal de esgoto é definido como tubulação primária que recebe os efluentes diretamente dos ramais de

descarga ou a partir de um desconector. As declividades das tubulações são definidas conforme Tabela 09 a seguir.

Tabela 9: Declividade das Tubulações

Diâmetro do tubo (D)	Declividade mínima
Igual ou inferior a 75 mm	2%
Igual ou superior 100 mm	1%

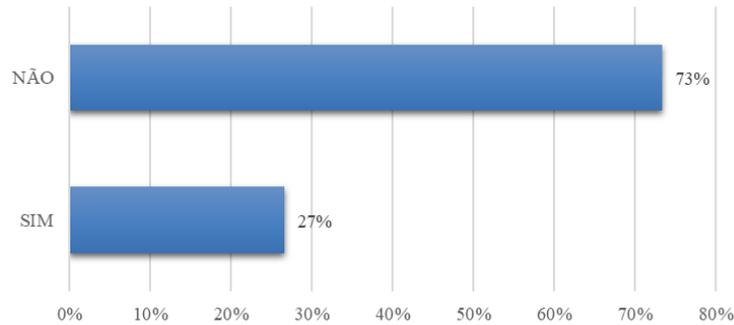
Fonte: ABNT NBR 8160 (1999)

As mudanças de direção nos trechos horizontais devem ser feitas com peças com ângulo central igual ou inferior a 45°. Já as mudanças de direção (horizontal para vertical e vice-versa) podem ser executadas com peças com ângulo central igual ou inferior a 90°. Caso precise mudar o sentido de uma tubulação em 90°, recomenda-se o uso de curvas longas, ou então o uso de dois joelhos de 45°, por exemplo.

É terminantemente proibida a ligação de ramal de descarga ou ramal de esgoto, através de inspeção existente em joelho ou curva, ao ramal de descarga de bacia sanitária.

Conforme norma NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução (ABNT, 1999), o comprimento máximo dos ramais de descarga e de esgoto, caixas sifonadas e caixas de esgoto, cuja distância é no máximo 10 m. Essa metragem deve ser adotada, uma vez que comprimentos maiores podem dificultar a desobstrução das tubulações, bem como dificultar a manutenção, em virtude da maior possibilidade de acúmulo de sólidos grosseiros, os quais dificultam o fluxo contínuo dos efluentes nas canalizações. Dessa maneira, a Figura 13 mostra que 73% das instalações sanitárias dos banheiros são inferiores a 10m; e que 27% delas apresentam canalizações superiores a 10m, o que indica a necessidade da execução de caixas intermediárias para facilitar a manutenção e inspeção dessas tubulações.

Figura 13: Comprimento dos ramais de descarga superiores a 10 m



Fonte: Elaboração própria em 2023

6.1.2 - Fatores Negativos

Das instalações vistoriadas, verificou-se a presença de torneiras automáticas. Esses acessórios são de grande importância na redução do consumo de água, uma vez que limita o tempo de uso dos equipamentos e consequentemente o desperdício de água. Dessa forma, como mostra a Figura 14 e Figura 15, foi constatado que 66% dos banheiros vistoriados não apresentam torneiras/pias automáticas; e 15% apresentam parcialmente, ou seja, nesses ambientes, nem todas as pias são automatizadas, o que totaliza 81% dos banheiros sem torneiras automáticas.

Figura 14– automatização das pias

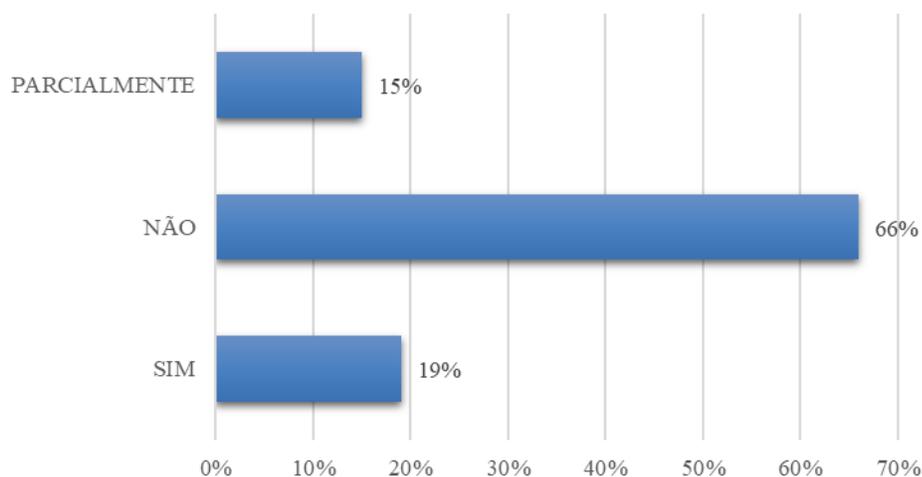


Figura 15 a) – Pias com torneiras automáticas



Figura 15 b) Pias com torneiras convencionais

Figura 15: Percentagem da automação das pias dos banheiros



Fonte: Elaboração própria em 2023

Nessa pesquisa analisou-se o estado de conservação do banheiro bem como seus aparelhos sanitários (Figura 16). Os aparelhos sanitários são aqueles ligados à instalação predial e destinados ao uso de água para fins higiênicos ou a receber dejetos ou águas servidas, sendo vetada a sua utilização para recebimento de resíduos outros que não o esgoto, bem como para o recebimento de águas pluviais.

Esses aparelhos devem possibilitar acesso e manutenção adequados; oferecer ao usuário um conforto de acordo com a finalidade de utilização; além de impedir a contaminação de água potável por meio da conexão cruzada ou retrossifonagem.

Considerou-se um estado de conservação “bom” quando o banheiro e suas peças sanitárias estavam em bom estado de conservação e garantiam a sua funcionalidade. Já o estado de conservação “regular” foi considerado quando o banheiro ou alguma peça sanitária estava danificado ou quebrado, mas ainda assim garantiam a sua funcionalidade.

Já o estado de conservação foi considerado “ruim” quando o banheiro ou as peças sanitárias estavam quebradas e não garantiam a funcionalidade, impossibilitando assim seu uso. Logo, a Figura 17 representa que 72% das instalações dos banheiros são consideradas “boas”, enquanto 17% e 11% apresentam, respectivamente, um estado de conservação regular e ruim.

Figura 16: Estado de conservação das peças sanitárias



Figura 16 (a) - : Banheiro sem mictório



Figura 16 (b): Lavatório com torneira danificada

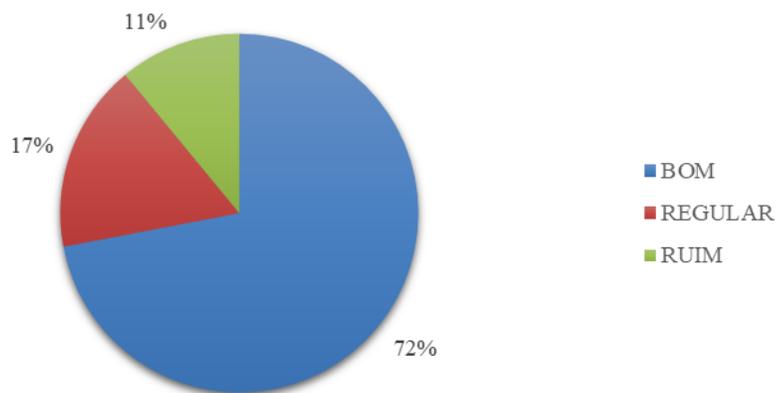


Figura 16 (c): Lavatório com pia danificada



Figura 16 (d): Cabine sanitária interdita

Figura 17: Percentagem do estado de conservação das peças sanitárias

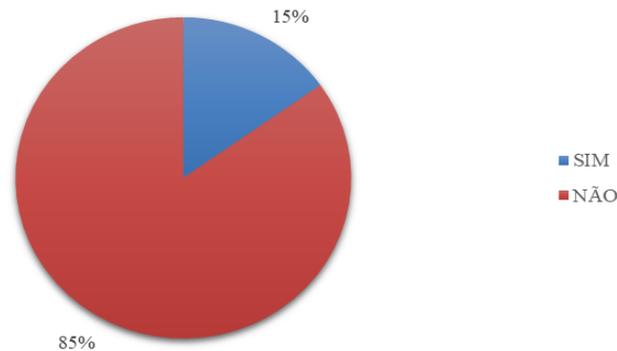


Fonte: Elaboração própria em 2023

Um outro ponto importante da pesquisa foi a detecção de odor nos ambientes sanitários. Foi observado odor em 15% dos ambientes, enquanto 85% dos ambientes não apresentaram mau cheiro, com base na Figura 18. A constatação de odores está diretamente ligada aos ramais de

ventilação e aos desconectores, elementos esses indispensáveis para o bom funcionamento dos sistemas hidrossanitários.

Figura 18: Detecção de odor no SPES



Fonte: Elaboração própria em 2023

Para conhecimento da origem do problema dos odores, foi verificada a existência de desconectores no SPES. Os desconectores são dispositivos providos de fecho hídrico, cuja função é vedar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto por meio de uma camada líquida de nível constante, apresentando altura mínima de 5 cm. Todos os aparelhos sanitários devem ser protegidos por desconectores, cuja instalação pode atender a um aparelho ou a um conjunto de aparelhos de uma mesma unidade autônoma (Figura 19).

As caixas sifonadas são um tipo de desconector amplamente utilizadas nas instalações sanitárias. Elas podem ser utilizadas para a coleta dos despejos de conjuntos de aparelhos sanitários, tais como lavatórios e chuveiros de uma mesma unidade autônoma, assim como as águas provenientes de lavagem de pisos, devendo as mesmas, neste caso, ser providas de grelhas.

No entanto, a caixa sifonada não é autolimpante. Sua câmara vertedora reduz a velocidade de fluxo, diminuindo também a capacidade de arraste das sujidades presentes no esgoto. Portanto, há necessidade de torná-la completamente acessível para limpeza periódica (Moura; Piske, 2023).

Em um teste realizado por Moura e Piske (2023), verificou-se que o sifão tubular moldável foi o que mais reteve sujidades, devido principalmente a sua superfície interna corrugada. Já a caixa sifonada foi capaz de escoar apenas parte das sujidades do teste. Esse aspecto reforça a importância da acessibilidade para inspeção e limpeza periódica da caixa sifonada. No sifão tubular rígido não se observou sujidade no seu interior, ou seja, foi o único desconector que apresentou capacidade autolimpante para as condições de teste (Figura 20).

Figura 19: Fecho hídrico em aparelhos sanitários

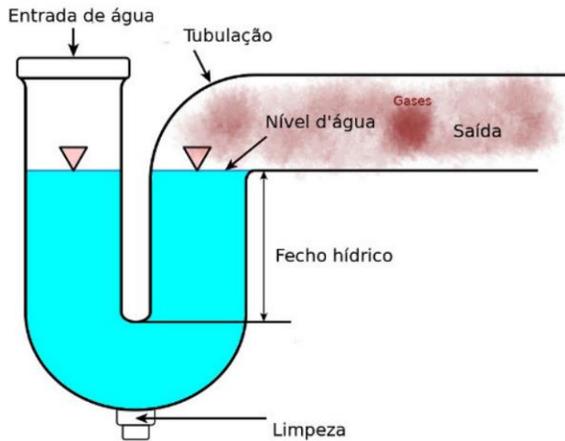


Figura 19 (a) – Fecho hídrico em sifão
Fonte: Ecivilnet (2023)

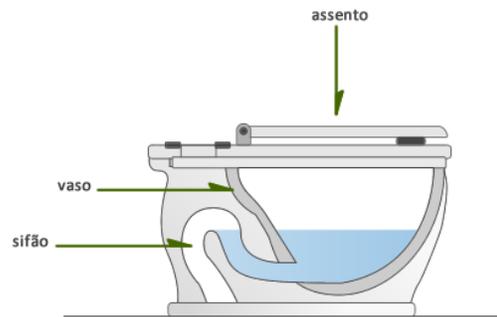


Figura 19 (b) Fecho hídrico em bacia sanitária
Fonte: Portal do Professor (2023)

Com base no *Uniform Plumbing Code* (UPC, 2023) dos Estados Unidos e do *National Plumbing Code of Canada 2020* (NPC, 2019), preponderam nos respectivos países o uso do sifão tubular rígido do tipo “P”, peça única, e de diâmetro nominal (DN) de 50 mm. Além disso, nessas normativas também existem alguns desconectores que têm seu uso proibido nesses países, como o sifão do tipo S; Sifão Sino; e Sifão com Coroa Ventilada.

Segundo Moura e Piske (2023), até o momento no Brasil, apenas se encontra disponível o sifão “P” rígido (DN 40mm), peça única e sem o plug inferior para inspeção.

Figura 20: Tipos de sifão

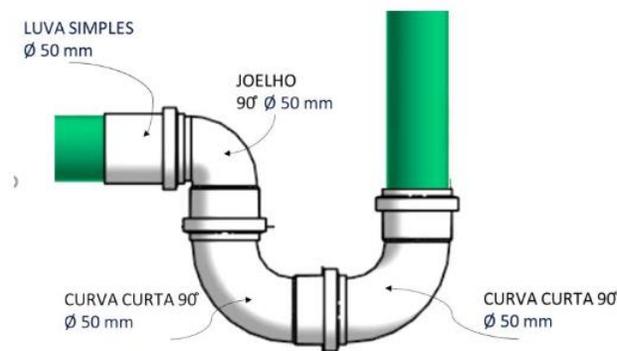


Figura 20 (a) – Sifão tubular rígido
Fonte: Moura e Piske (2023)

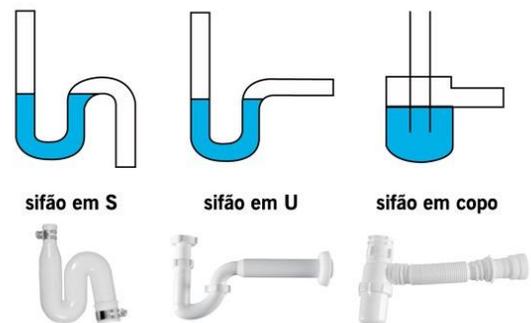


Figura 20 (b) – Sifões no mercado
Fonte: Astra (2018)

Nesse cenário, recomenda-se a construção de um sifão com peças e conexões disponíveis no Brasil, unidas por adesivo de PVC para garantir resistência mecânica e vedação. Esse sifão é autolimpante, portanto, a acessibilidade deve ser garantida apenas para a passagem de cabos desentupidores em uma eventual necessidade de desobstrução do sistema. Solução semelhante já é frequentemente adotada em ramais de descarga de máquinas de lavar roupa (Carvalho Júnior, 2019; *apud* Moura; Piske; 2023).

As caixas sifonadas que coletam despejos de mictórios devem ter tampas cegas e não podem receber contribuições de outros aparelhos sanitários, mesmo providos de desconector próprio.

O dimensionamento dos diâmetros mínimos das caixas sifonadas é atribuído conforme os somatórios das UHC dos aparelhos sanitários que lançam esgotos nessas caixas, conforme Tabela 10.

Tabela 10: Diâmetro Mínimo das Caixas Sifonadas

Diâmetro mínimo	Limite de UHC
100 mm	Até 6 UHC
125 mm	Até 10 UHC
150 mm	Até 15 UHC

Fonte: ABNT NBR 8160 (1999)

Dessa maneira, conforme Figura 21 e Figura 22, foi constatado que 72% dos banheiros apresentam sifão e caixa sifonada; no entanto, 28% das instalações ou apresentam apenas sifão (16%), ou apenas caixa sifonada (8%), ou nem um nem outro (4%), fatores esses que comprometem a funcionalidade dos desconectores.

Figura 21: Ausência de desconectores

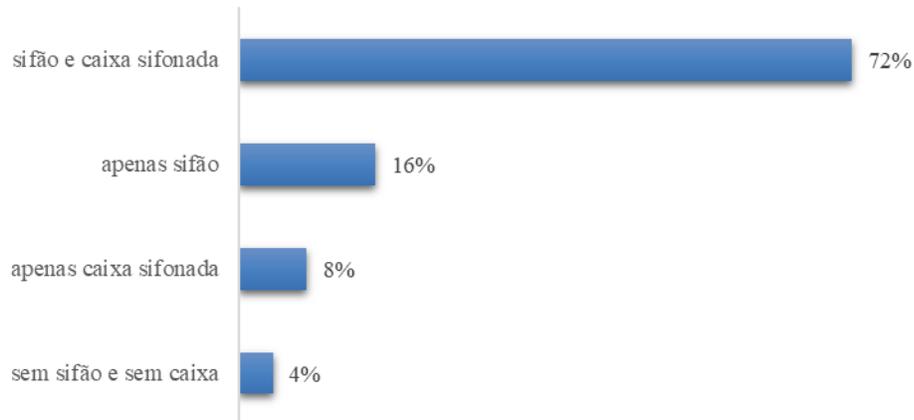


Figura 21 (a) – Lavatório sem sifão



Figura 21 (b) – Lavatório sem sifão

Figura 22: Percentagem de aparelhos sem desconectores



Fonte: Elaboração própria em 2023

Apesar da pesquisa ter apontado que 72% dos ambientes apresentaram sifão e caixa sifonada, deve-se atentar a existência do fecho hídrico para que assim as peças sanitárias garantam sua funcionalidade. Dessa forma, constatou-se que, como mostram as Figuras 23 e Figura 24, 52% dos ambientes não apresentaram fecho hídrico recomendado por norma, que é de 5 cm; e que 7% das instalações apresentaram parcialmente, ou seja, nem todas as peças sanitárias estavam em conformidade com a norma (Figura 23).

Figura 23: Fecho hídrico dos desconectores

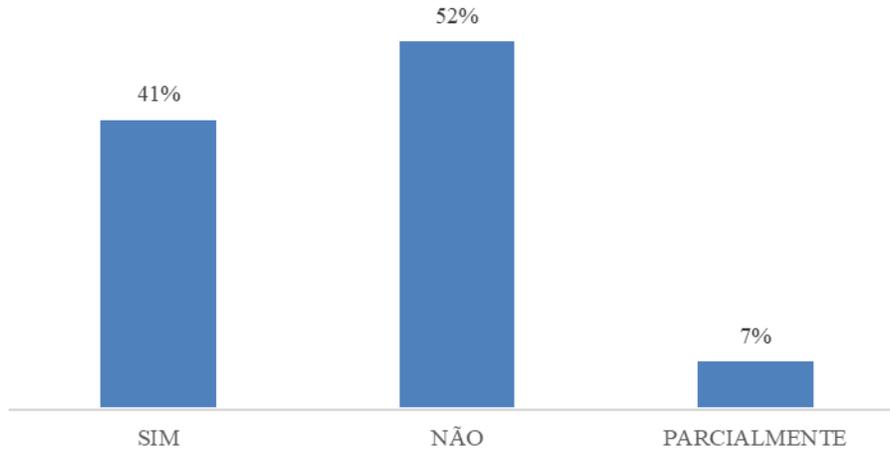


Figura 23 (a) – Fecho hídrico conforme norma



Figura 22 (b) – Sifão em desacordo de norma

Figura 24: Percentagem de ausência de fecho hídrico



Fonte: Elaboração própria em 2023

Com base em Moura e Piske (2023), no Brasil ainda são elevados os registros de manifestações patológicas nas construções, com destaque para o problema de vedação da passagem de gases provenientes do sistema predial de esgoto sanitário. Um desconector pode prevenir esse tipo de problema patológico com potencial danoso para a saúde dos usuários.

Durante as visitas, observou-se também a existência de grelhas nas caixas sifonadas destinadas para área de lavagem, como mostra a Figura 25. Verificou, então, que 19% das áreas vistoriadas ou não tinham caixas sifonadas ou apresentavam suas grelhas danificadas ou inexistentes (Figura 26), fato esse que facilita a entrada de objetos estranhos dentro das tubulações e que podem vir a causar obstruções no sistema.

Figura 25: Grelhas das caixas sifonadas danificadas

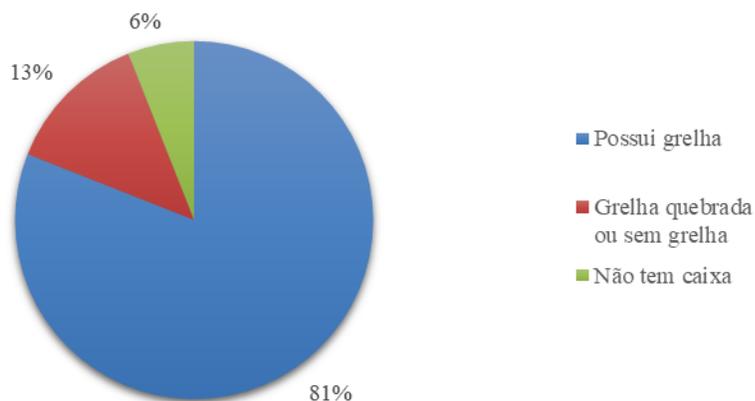


Figura 25 (a) – Caixa sifonada sem grelha



Figura 25 (b) – Caixa sifonada sem grelha

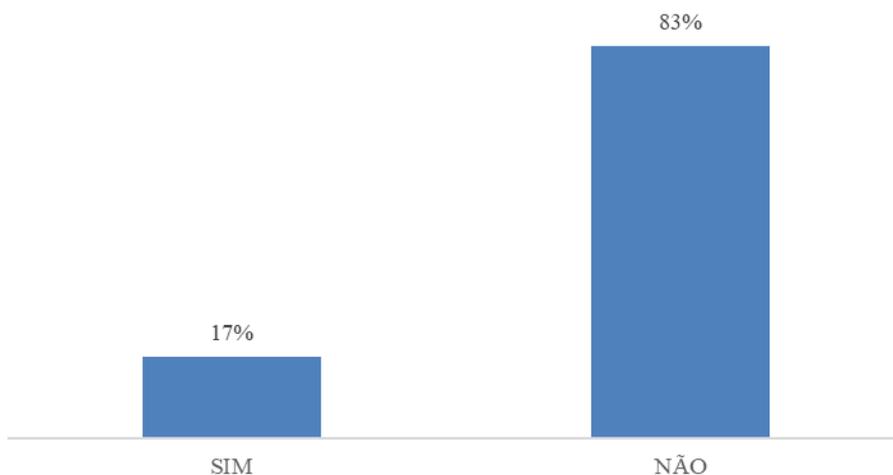
Figura 26: Percentagem de presença de grelhas nas caixas sifonadas



Fonte: Elaboração própria em 2023

Outro dado analisado foi a presença de caixa sifonada exclusiva para mictórios. Do total vistoriado, 83% dos banheiros não apresentaram caixa sifonada para os mictórios, conforme Figura 27.

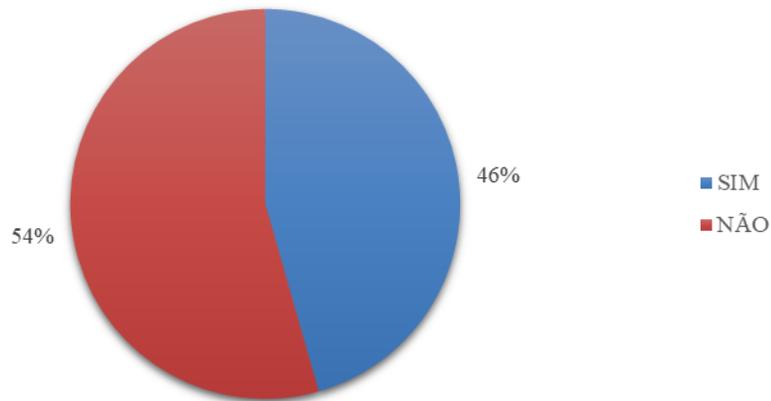
Figura 27: Presença de caixa sifonada só para mictório



Fonte: Elaboração própria em 2023

Por fim, outro ponto abordado na pesquisa foi com relação a acessibilidade dos banheiros. Dos setores analisados, a Figura 28 aponta que 54% deles não apresentavam um ambiente totalmente acessível, com a presença de corrimãos, bacias e peças sanitárias adaptadas e portas com largura adequada conforme normativas vigentes quanto à temática.

Figura 28: Acessibilidade nos banheiros



Fonte: Elaboração própria em 2023

6.2 – INSPEÇÕES NAS TUBULAÇÕES EXTERNAS

6.2.1 - Tubo de queda

Os tubos de queda representam as tubulações verticais que recebem efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga. Eles devem, sempre que possível, ser instalados em um único alinhamento. Quando forem necessários desvios, estes devem ser feitos com peças formando ângulo central igual ou inferior a 90°, de preferência com curvas de raio longo ou duas curvas de 45°.

Devem ser previstos tubos de queda especiais para pias de cozinha, providos de ventilação primária, os quais devem descarregar em uma caixa de gordura coletiva, sendo vedado o uso de caixas de gordura individuais nos andares.

Além disso, em prédios com mais de dois pavimentos, as caixas de inspeção não devem ser instaladas a menos de 2,00 m de distância dos tubos de queda que contribuem para elas.

Com relação ao dimensionamento, os diâmetros dos tubos de queda são correlacionados com as UHC, conforme a Tabela 11, para prédios com até 3 pavimentos, como é o caso do CNAT.

Os tubos de queda são instalados em prédios que apresentam mais de um pavimento. No caso do CNAT, é possível detectar tubos de queda nos seguintes setores: Bloco D, Bloco C, Biblioteca, Refeitório, Setor Médico, Prédio EAD, Prédio NIT, DIAREN e Bloco DIATINF.

Tabela 11: Dimensionamento do Tubo de queda

Diâmetro	UHC – Até 3 pavimentos
40 mm	4
50 mm	10
75 mm	30
100 mm	240
150 mm	960

Fonte: Adaptado (NBR 8160, 1999)

6.2.2 - Caixas de gordura

A caixa de gordura tem a finalidade de reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoam livremente pela rede, causando assim obstrução no sistema.

Recomenda-se o uso de caixas de gordura quando os efluentes contiverem resíduos gordurosos, devendo possibilitar a retenção e posterior remoção da gordura.

Elas devem ser divididas em duas câmaras, uma receptora e outra vertedoura, separadas por um septo não removível.

É de fundamental importância a adequada vedação das caixas de gordura para evitar a proliferação de insetos, penetração de pequenos animais, águas de lavagem de pisos ou de águas pluviais, etc.

As caixas de gordura podem ser de quatro tipos: pequena, simples, dupla e especial, conforme Quadro 06, sendo levado em consideração o diâmetro interno, o formato, o septo, a capacidade de retenção, o diâmetro da tubulação de saída e o n° de cozinhas atendidas.

QUADRO 6: CARACTERÍSTICAS DAS CAIXAS DE GORDURA

Caixa de Gordura	Diâmetro interno	Formato	Parte submersa do septo	Capacidade de retenção	Diâmetro da tubulação de saída	N° de cozinhas
Pequena	30 cm	Cilíndrico	20 cm	18 L	75 mm	01
Simple	40 cm	Cilíndrico	20 cm	31 L	75 mm	de 01 a 02
Dupla	60 cm	Cilíndrico	35 cm	120 L	100 mm	de 03 a 12

Fonte: Adaptado (NBR 8160, 1999)

Para a coleta de mais de 12 cozinhas, ou ainda, para cozinhas de restaurantes, escolas, hospitais, quartéis etc., devem ser previstas caixas de gordura especiais, cujo formato é prismático de base retangular, sendo calculado o volume da câmara de retenção de gordura pela seguinte equação 02:

$$V = 2N + 20 \quad (\text{Equação 02})$$

Onde:

N é o número de pessoas servidas pelas cozinhas que contribuem para a caixa de gordura no turno em que existe maior afluxo;

V é o volume, em litros;

Além disso, deve ser observado que a altura molhada seja no mínimo igual a 0,60 m; a parte submersa do septo seja de 0,40 m; e que o diâmetro nominal mínimo da tubulação de saída seja de 100 mm.

No CNAT as caixas de gordura foram identificadas nas cozinhas do refeitório, bem como da cantina, além das cozinhas existentes internamente nos setores.

6.2.3 - Sistema de ventilação

O sistema de ventilação é formado pelo conjunto de tubulações ou dispositivos destinados a encaminhar os gases para a atmosfera e evitar que eles se direcionam para os ambientes sanitários. O subsistema de ventilação pode ser formado apenas pela ventilação primária; ou então pela ventilação primária e secundária concomitantemente.

O tubo ventilador primário e a coluna de ventilação devem ser verticais e, sempre que possível, instalados em uma única prumada.

A extremidade aberta do tubo ventilador primário ou coluna de ventilação deve estar situada acima da cobertura do edifício a uma distância mínima que impossibilite o encaminhamento à mesma das águas pluviais provenientes do telhado ou laje impermeabilizada. Além disso, deve ser provida de terminal tipo chaminé, tê ou outro dispositivo que impeça a entrada das águas pluviais diretamente ao tubo de ventilação.

A extremidade aberta de um tubo ventilador primário ou coluna de ventilação não deve estar situada a menos de 4,00 m de qualquer janela, porta ou vão de ventilação, salvo se elevada pelo menos 1,00 m das vergas dos respectivos vãos.

Outrossim, deve situar-se a uma altura mínima igual a 2,00 m acima da cobertura, no caso de laje utilizada para outros fins além de cobertura; caso contrário, esta altura deve ser no mínimo igual a 0,30 m.

Deve-se prever a ligação de todos os desconectores a um elemento do sistema de ventilação, conforme distâncias máximas apresentadas na Tabela 12 a seguir.

Tabela 12: Distância máxima de um desconector a um tubo ventilador

Diâmetro nominal do ramal de descarga (DN)	Distância máxima (m)
40 mm	1,00
50 mm	1,20
75 mm	1,80
100 mm	2,40

Fonte: ABNT NBR 8160 (1999)

Toda tubulação de ventilação deve ser instalada com a cota mínima de 1%, de modo que qualquer líquido que porventura nela venha a ingressar possa escoar totalmente por gravidade para dentro do ramal de descarga ou de esgoto em que o ventilador tenha origem. Para o dimensionamento das colunas e barriletes de ventilação, tem-se a Tabela 13.

Durante a inspeção nas instalações sanitárias do campus, na grande maioria dos ambientes visitados não foi constatada a presença de tubos ventiladores. Isso pode ser provocado por dois motivos: os tubos podem estar embutidos em paredes e forros falsos, o que dificulta a sua identificação na ausência de projetos detalhados; ou então as instalações sanitárias, por serem bastante antigas, não apresentam esse tipo de dispositivo e tubulação.

Tabela 13: Dimensionamento de colunas e barriletes de ventilação

Diâmetro nominal	UHC	Diâmetro do tubo			
		40 mm	50 mm	75 mm	100 mm
Comprimento permitido (m)					
40 mm	8	46			
40 mm	10	30			
50 mm	12	23	61		
50 mm	20	15	46		
75 mm	10	13	46	317	
75 mm	21	10	33	247	
75 mm	53	8	29	207	
75 mm	102	8	26	189	
100 mm	43	-	11	76	299
100 mm	140	-	8	61	229
100 mm	320	-	7	52	195
100 mm	530	-	6	46	177

Fonte: Adaptado (NBR 8160, 1999)

Já para o dimensionamento dos ramais de ventilação, a norma correlaciona o diâmetro do ramal com o n/ UHC, conforme tabela 14.

Tabela 14: Dimensionamento dos ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacia sanitária		Grupo de aparelhos com bacia sanitária	
UHC	Diâmetro do ramal de ventilação	UHC	Diâmetro do ramal de ventilação
Até 12	40 mm	Até 17	50 mm
13 a 18	50 mm	18 a 60	75 mm
19 a 36	75 mm	-	-

Fonte: ABNT NBR 8160 (1999)

6.2.4 - Caixas de passagem e dispositivos de inspeção

As caixas de passagem são destinadas apenas a permitir a junção de tubulações do SPES. Já as caixas de inspeção permitem a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade, diâmetro e/ou direção das tubulações, sendo seu uso obrigatório quando as tubulações forem enterradas.

As caixas de passagem devem ser providas de tampa cega, quando previstas em instalações de esgoto primário; e apresentar nas tubulações de saída diâmetro mínimo igual a DN 50.

As caixas, sejam elas de passagem, inspeção ou de gordura, assim como os poços de visita, devem ser perfeitamente impermeabilizados, providos de dispositivos adequados para inspeção, possuir tampa de fecho hermético, ser devidamente ventilados e constituídos de materiais resistentes ao esgoto.

Tanto as caixas de passagem quanto os dispositivos de inspeção devem conter fundo constituído de modo a assegurar rápido escoamento e evitar formação de sedimentos.

As caixas de passagem e os dispositivos de inspeção tem suas características resumidas conforme Quadro 07 a seguir.

QUADRO 7: CARACTERÍSTICAS DAS CAIXAS E PASSAGEM E DISPOSITIVOS DE INSPEÇÃO

Tipo de Caixa	Dimensões mínimas	Profundidade mínima	Profundidade máxima	Formato
Passagem	Lado ou diâmetro de 15 cm	0,10 m	-	Prismático (Base quadrada ou retangular) ou circular
Inspeção	Lado ou diâmetro de 60 cm	-	1,0 m	Prismático (Base quadrada ou retangular) ou circular
Poço de visita	Lado ou diâmetro de 110 cm	1,0m	-	Prismático (Base quadrada ou retangular) ou circular

Fonte: Adaptado (NBR 8160, 1999)

A Tabela 15 mostra as distâncias máximas recomendadas pela norma ABNT NBR 8160 (1999) dos dispositivos de inspeção.

Tabela 15: Distância máxima entre elementos

Elementos	Distância máxima
Entre dois dispositivos de inspeção (caixas)	25 m
Entre a ligação do coletor predial com o público e o dispositivo de inspeção mais próximo	15 m
Entre ramais de descarga e de esgoto de bacias sanitárias, caixas de gordura e caixas sifonadas; e a caixa de inspeção	10 m

Fonte: Adaptado (NBR 8160, 1999)

Durante as inspeções realizadas no CNAT, verificou-se que algumas caixas estavam construídas em locais no mesmo nível do solo (Figura 29). Caso o piso não seja pavimentado, há a possibilidade de carreamento de areia para dentro da caixa, o que pode proporcionar obstrução no sistema. Portanto, recomenda-se que essas caixas sejam executadas a no mínimo 15 cm do piso quando este não for pavimentado. Outro ponto observado é que algumas das tampas das caixas apresentavam pequenos orifícios, os quais possibilitavam a entrada de água de chuva e materiais que possibilitavam a obstrução das tubulações, como visto na Figura 30. Logo, recomenda-se o uso de tampas lisas, que proporcionem a perfeita vedação das caixas de esgoto, evitando assim o carreamento de objetos indesejados para a rede, bem como a proliferação de insetos.

Figura 29: Caixas de inspeção com possibilidade de entrada de areia



Fig 29 a) – Caixa de inspeção rente ao solo



Fig. 29 b) – Caixa de inspeção com extravasor

Figura 30: Caixas de inspeção com possibilidade de entrada de areia e água de chuva



Fig.30 a) Caixa de esgoto obstruída com tampa irregular



Fig.30 b) Caixa de esgoto com tampa irregular

6.2.5 - Subcoletor e coletor predial

O subcoletor é caracterizado como a tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto. Já o coletor predial compreende o trecho de tubulação entre a última inserção de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular. Tais tubulações devem ser de preferência retilíneas.

Quanto aos desvios, estes devem ser feitos com peças com ângulo central igual ou inferior a 45°, acompanhados de elementos que permitam a inspeção, como as caixas de inspeção, devendo ser respeitadas as declividades mínima e máxima, cujo valor não deve exceder 5%.

No coletor predial não devem existir inserções de quaisquer dispositivos ou embaraços ao natural escoamento de despejos, tais como desconectores, fundo de caixas de inspeção de cota inferior à do perfil do coletor predial ou subcoletor, bolsas de tubulações dentro de caixas de inspeção.

As variações de diâmetro dos subcoletores e coletor predial, bem como as mudanças de sentido e declividade, devem ser feitas mediante o emprego de dispositivos de inspeção, como as caixas de inspeção ou poços de visita.

Quando as tubulações forem aparentes, as interligações de ramais de descarga, ramais de esgoto e subcoletores devem ser feitas através de junções a 45°, com dispositivos de inspeção nos trechos adjacentes. Quando as tubulações forem enterradas, devem ser feitas através de caixa de inspeção ou poço de visita.

Para o dimensionamento dessas tubulações, são considerados o n° UHC bem como as suas declividades, conforme Tabela 16.

Tabela 16: Dimensionamento do subcoletores e coletor predial

Diâmetro do Tubo	N° UHC em função da declividade do tubo			
	0,5%	1%	2%	4%
100 mm	-	180	216	250
150 mm	-	700	840	1000
200 mm	1400	1600	1920	2300
250 mm	2500	2900	3500	4200

Fonte: Adaptado (NBR 8160, 1999)

6.3 COEFICIENTE CORRIGIDO DE RETORNO DE ESGOTO (CCRE)

Para a obtenção do CCRE, realizou a medição efetiva de esgotos gerados através do medidor de vazão do tipo Calha Parshal através de sensores ultrassônicos. As medições coletadas datam de janeiro de 2023 a junho de 2023, perfazendo todo um semestre letivo, incluindo período de férias e período de aulas. Os meses iniciais (janeiro e fevereiro) apresentaram valores bem acima dos seguintes (março, abril, maio e junho) devido ao período teste. Portanto, para os dados dos meses de janeiro e fevereiro foi considerada a média dos valores obtidos no período de março a junho, como mostra a Tabela 17.

Ressalta-se que, conforme vistoria e inspeções das instalações sanitárias, verificou-se que no campus ainda existem dois setores que utilizam o sistema fossa-sumidouro: guarita e no pavimento térreo do museu, como mostra a planta de instalações de esgoto nos apêndices. Dessa forma, como os devidos estabelecimentos são de pouquíssimo uso, tais volumes de esgotos foram considerados desprezíveis, não sendo contabilizados no cálculo para a obtenção do CR Corrigido.

Os dados da área de irrigação foram obtidos com base no levantamento área realizado por drones, baseando-se na Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 25S, Datum Sirgas 2000 e meridiano central de 33W. O valor obtido para a área verde irrigável foi de 3,712 ha, ou 37120 m² de área verde irrigável, representando assim 41,89% da área total do CNAT.

Os dados de consumo de água foram obtidos com base no mesmo período (janeiro a junho) de 2022, período no qual foi realizado a aferição através de hidrômetros do consumo de água tanto pelo ramal como pelo poço artesiano presente no campus.

É bem sabido que a intensidade pluviométrica interfere diretamente no volume de água para irrigação. O setor de manutenção do campus apresenta uma rotina de que, em dias e períodos chuvoso, as torneiras e tubulações de águas utilizadas para irrigação são desligadas total ou parcialmente, a fim de evitar o consumo excessivo de água, além de não implicar em água em excesso para a vegetação e plantações. Dessa forma, o volume de água consumido está diretamente correlacionado com o período chuvoso da região.

Para a quantificação do número de dias em cada mês, foi considerado os dias úteis, os quais apresentam os dias de maior consumo de água tanto pelos usuários como pelo setor de manutenção do campus para a irrigação da área verde.

O cálculo de consumo de água diário por área baseou-se no estudo de Barbosa *et al* (2018), chegou-se à idealização do coeficiente 2,34 l/m²/dia para o consumo de água em função da área e em função dos dias úteis, levando-se em consideração a água destinada para irrigação e lavagem de pisos, além da inclusão dos prováveis vazamentos de água.

O volume de irrigação foi obtido através do produto da área de irrigação pelo coeficiente e pelo número de dias úteis de cada mês.

Já o cálculo do valor estimado de esgotos foi considerado a diferença entre o consumo de água de determinado mês subtraindo-se o valor obtido para o volume de irrigação. O Fator de correção foi obtido pela média da razão entre volume de esgoto gerado pelo medidor de vazão e o valor estimado de esgotos, chegando a um valor de correção de 0,51, conforme mostra a Tabela 17.

Dessa maneira, chegou a um cálculo estimativo para a geração de esgotos, o qual leva em consideração o uso de água para serviços que não apresentam diretamente a geração de esgotos, como mostra a equação 03:

$$\text{Vest}(E) = 0,51 \times (V_{\text{cons}}(A) - 2,34 \times \text{Vest}(\text{IR})) \quad (\text{Equação 03})$$

Onde:

Vest(E) é o valor de esgotos estimados com correção;

Vcons(A) é o valor de consumo de água;

Vest(IR) é o valor estimado de irrigação;

A partir do cálculo do valor de esgoto estimado com correção e do valor de água efetivamente consumida, chegou-se a uma média de CCRE em torno de 20%. Os valores que apresentaram menor erro foram aqueles em que o consumo de água ficou entre 2999 m³ e 3226 m³, com dias úteis acima de 22 dias.

Com relação aos custos operacionais após o medidor de vazão na calha Parshal, apresentou um custo médio total mensal de R\$ 7207,54 (Tabela 17), referente aos meses de janeiro a maio de 2023, valores esses já validados pela concessionária local. Os dados de janeiro e fevereiro foram desconsiderados em virtude da fase teste de implantação dos medidores de vazão. Observou-se uma redução expressiva de 78% dos custos quando comparado com os custos operacionais de R\$ 32.764,55, como apresentado na Tabela 07 anteriormente.

Tabela 17: Valores operacionais após medição real de vazão de esgotos

Mês	2023		
	Ramal	Poço	Total
jan	4.341,62	()*	4.341,62
fev	5.045,19	()*	5.045,19
mar	2.843,90	6.462,90	9.306,80
abr	1.760,27	6.806,84	8.567,11
mai	3.657,60	5.119,36	8.776,96
Média Mensal	R\$ 3.529,72	R\$ 6.129,70	R\$ 7.207,54

Fonte: Elaboração própria em 2023

A adoção tanto dos CR corrigido, assim como da própria implantação do medidor de vazão, é de suma importância nas instituições de ensino, principalmente nas escolas públicas em que há reconhecidamente ausência de investimentos públicos, bem como necessidade de redução de gastos.

Os valores de esgoto gerado pela Calha Parshal (Coluna G da Tabela 18), apresentaram valores médios de 601,25 m³, valores estes que convergiram com os dados obtidos pelo método volumétrico instantâneo da vazão de esgoto realizado por Araújo e Tavares (2019).

Tabela 18: Coeficiente Corrigido de Retorno de Esgotos (CCRE)

Mês (2022)	Consumo total de água (m ³)	Área de irrigação (m ²)	Dias do mês	Coeficiente de consumo por área (l/m ² /d)	Volume de irrigação (m ³)	Volume esgoto gerado (Calha Parshal) (m ³)	Valor de esgoto estimad o (m ³)	Fator de correção (I)	Valor de esgoto estimado com correção	Erro	CR Corrigido
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)
					=CxDxE		= B - F	=Média G/H	= IxH	= (J - G)/G	=J/B
jan	2999	37120	22	2,34	1910,94	601,25	1088,06	0,51	554,79	-7,727%	18%
fev	3093	37120	20	2,34	1737,22	601,25	1355,78	0,51	691,30	14,977%	22%
mar	3226	37120	23	2,34	1997,80	629,00	1228,20	0,51	626,24	-0,438%	19%
abr	3211	37120	20	2,34	1737,22	661,00	1473,78	0,51	751,46	13,686%	23%
mai	3062	37120	23	2,34	1997,80	504,00	1064,20	0,51	542,62	7,663%	18%
jun	2776	37120	22	2,34	1910,94	611,00	865,06	0,51	441,08	27,809%	16%
										Média	20%

Fonte: Elaboração própria em 2023

6.4 - PLANO DE AÇÃO

Após as vistorias *in loco* e inspeções, elaborou-se um Plano de Ação (Quadro 08) com intuito de direcionar as ações corretivas a serem aplicadas pelo setor de manutenção e setores gerenciais do Campus Natal Central do IFRN. O referido plano de ação foi baseado na ferramenta de gestão da qualidade 5W2H, cuja função é elencar quais as principais problemáticas, motivos, locais de incidência, prazos, métodos e responsáveis pela sua solução.

Vale ressaltar que nesta pesquisa não se abordou o quesito do custo de implantação das melhorias (*how much*), uma vez que tal decisão ficará a cargo dos setores gerenciais e administrativos do Campus Natal-Central do IFRN.

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
Vazamento/ desperdício de água	Peças desgastadas pelo tempo e uso	Setor de Manutenção	Banheiro manutenção - chuveiro Sala de dança (banheiro feminino) - pia com vazamento	Imediato	Substituir peças e/ou aparelhos sanitários
	Ausência de pias automáticas	Setor de Manutenção	Banheiro manutenção Cantina Masculino Masculino em frente a Diantinf Diacon Funcionários Térreo Bloco D Feminino Funcionários Bloco D Masculino Funcionários NAPNE Feminino NIT Masculino Bloco B Masculino Arquibancada Masculino Arquibancada Feminino DIAREN (Unisex) Sala dos Servidores Feminino Bloco A Masculino Bloco A Feminino Portaria DIAREN Servidores Feminino Bloco B Feminino e Fraldário Gabinete Feminino Sala de Dança Feminino Corredor das Diretorias/DIATINF Feminino Marcenaria 01 Marcenaria 02 Nuart Masculino Auditório Masculino Auditório Feminino Libras Masculino Libras Feminino	Curto prazo	Instalação de pias automáticas

(Continua)

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
Vazamento/ desperdício de água	Ausência de pias automáticas	Setor de Manutenção	Setor Saúde Funcionários Térreo Setor Saúde Funcionários Visitantes Térreo Museu Masculino Inferior Guarita Masculino Guarita Feminino Diac Feminino Diatinf Feminino NIT Feminino Térreo WC em frente a diatinf Feminino Cantina Feminino Bloco EAD Feminino 2º andar Piscinas Feminino Térreo museu Feminino 1º andar museu Feminino NIT Feminino 1º andar NIT Feminino 2º andar NIT Feminino 3º andar Biblioteca Feminino Nuart Feminino NAPNE Masculino Servidores Masculino Bloco C Masculino Dia Masculino Refeitório ADM Diaren Térreo Masculino Biblioteca Acessível Unissex Diatinf Térreo Masculino	Curto Prazo	Instalação de pias automáticas

(Continua)

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
Vazamento/ desperdício de água	Ausência de pias automáticas	Setor de Manutenção	Refeitório Masculino Refeitório Feminino Biblioteca Masculino Codesp Masculino Nit Superior Masculino Corredor das Diretorias Masculino	Curto Prazo	Instalação de pias automáticas
Erros construtivos	Instalação do ralo no centro geométrico da área do banho	Setor de Manutenção/projeto/engenharia	Garagem Masculino	Longo prazo	Reposicionar o ralo para as proximidades do perímetro e das arestas da área do banho
Obstrução de esgotos	Ausência de junção de 45° nas interligações das tubulações aparentes	Setor de Manutenção/projeto/engenharia	Bloco D Feminino Funcionários Bloco D Masculino Funcionários	Curto prazo	Regularização das interligações com conexões junção de 45°
	Aparelhos sanitários interditados	Setor de Manutenção	Bloco EAD Masculino Térreo - Vaso Diaren Unisex - Vaso e caixa de inspeção Bloco EAD Feminino 3° andar - vaso NIT Feminino 2° andar Codesp Masculino Nit Superior Masculino	Imediato	Regularização e liberação dos aparelhos sanitários para uso

(Continua)

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
Peças Danificadas/ estado de conservação	Peças quebradas sem funcionalidade	Setor de Manutenção	<p>Cantina Masculino Masculino em frente a Diantinf - Torneira pia Bloco EAD Masculino Térreo Bloco EAD Masculino 1º andar Bloco EAD Masculino 3º andar Bloco EAD Masculino 4º andar - Mictório Bloco EAD Masculino 5º andar Marcenaria 02 Guarita Masculino Guarita Feminino Bloco EAD Feminino 3º andar - vaso NIT Feminino 2º andar Bloco C Masculino Diac Masculino Diaren Térreo Masculino Servidores Masculino Biblioteca Masculino Codesp Masculino Nit Superior Masculino</p>	Longo prazo	Substituição e melhorias dos aparelhos sanitários

(Continua)

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
dor	Ausência de caixa sifonada	Setor de Manuten	<p>Banheiro manutenção Masculino Em frente a Diatinf</p> <p>Diacon Funcionários Térreo Bloco D Feminino Funcionários Diacon Funcionários 1° andar DIAREN Servidores Feminino Marcenaria 01 Marcenaria 02</p> <p>Setor Saúde Funcionários Térreo Guarita Masculino Guarita Feminino Diacon térreo Piscinas Feminino Refeitório Masculino Refeitório Feminino Servidores Masculino Corredor das Diretorias Masculino</p>	Médio prazo	Instalar caixa sifonada nos aparelhos

Continua)

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
Odor	Ausência de fecho hídrico no sifão	Setor de Manutenção	<p>Banheiro manutenção Diacon Funcionários Térreo Bloco D Feminino Funcionários Bloco D Masculino Funcionários Bloco EAD Masculino Térreo Bloco EAD Masculino 2º andar NAPNE Feminino NIT Masculino Bloco B Masculino Arquibancada Masculino Arquibancada Feminino DIAREN Unissex Sala dos Servidores Feminino Bloco A Feminino Portaria Bloco B Feminino e Fraldário Gabinete Feminino Sala de Dança Feminino Corredor das Diretorias/DIATINF Feminino Garagem Feminino Nuart Masculino Auditório Masculino Garagem Masculino Museu Masculino Libras Masculino</p>	Curto prazo	Garantir posição do fecho hídrico

(Continua)

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
Odor	Ausência de fecho hídrico no sifão	Setor de Manutenção	Setor Saúde Funcionários Térreo Museu Masculino Inferior Guarita Masculino Guarita Feminino Refeitório Masculino Refeitório Feminino Servidores Masculino Biblioteca Masculino Codesp Masculino	Curto prazo	Garantir posição do fecho hídrico
Odor	Ausência de caixa sifonada e/ou tampa cega do mictório	Setor de Manutenção	Banheiro manutenção Cantina Masculino Bloco EAD Masculino Térreo Bloco EAD Masculino 1º andar Bloco EAD Masculino 2º andar Bloco EAD Masculino 3º andar Bloco EAD Masculino 4º andar Bloco EAD Masculino 5º andar NIT Masculino Bloco B Masculino Nuart Masculino Auditório Masculino Guarita Masculino Piscinas Feminino NAPNE Masculino Servidores Masculino Bloco C Masculino Diac Masculino Refeitório ADM Banheiro Diantinf Térreo Biblioteca Masculino	Longo prazo	Instalar tampa cega e/ou caixa sifonada

(Continua)

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
Odor	Ausência de sifão	Setor de Manutenção	Cantina Masculino Diacon Funcionários Térreo Diacon Funcionários 1º andar	Longo prazo	Instalação de sifão nos aparelhos sanitários
Odor	Ausência ou ineficiência de sistema de ventilação	Setor de projeto/ engenharia	Banheiro manutenção Cantina Masculino Masculino em frente a Diantinf Diacon Funcionários 1º andar Bloco A Feminino Nuart Masculino Libras Masculino Libras Feminino Guarita Masculino Guarita Feminino NAPNE Masculino Servidores Masculino Bloco C Masculino Diac Masculino Refeitório ADM Diaren Térreo Masculino Biblioteca Acessível Unissex Banheiro Diantinf Térreo Masculino Refeitório Masculino Refeitório Feminino Biblioteca Masculino Codesp Masculino Nit Superior Masculino Corredor das Diretorias Masculino	Longo prazo	Instalação de tubulação de ventilação

(Continua)

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
Ausência de Acessibilidade	Ausência de barras, áreas de movimentação, aberturas	Setor de projeto/ engenharia	<p>Banheiro manutenção Masculino em frente a Diantinf Diacon Funcionários Térreo Bloco EAD Masculino 3º andar Diacon Funcionários 1º andar NAPNE Feminino Arquibancada Masculino Arquibancada Feminino DIAREN Unissex (1º andar) Sala dos Servidores Feminino Portaria Servidores DIAREN 1º andar Gabinete Sala de Dança Feminino Corredor das Diretorias/DIATINF Feminino Marcenaria 01 Marcenaria 02 Nuart Masculino Auditório Masculino Garagem Masculino Libras Masculino Libras Feminino Setor Saúde Funcionários Térreo Setor Saúde 1º andar Diacon Funcionários 1º andar Diacon térreo</p>	Longo prazo	Instalar barras e garantir abertura mínima exigida por norma

(Continua)

QUADRO 8: PLANO DE AÇÃO DO SPES DO CAMPUS NATAL CENTRAL DO IFRN

5W					H
what?	why?	Who?	Where?	When?	How?
o que?	por quê?	quem?	Onde?	Quando?	Como?
Ação, problema, desafio	Justificativa, ação, motivo	Responsável	Local, identificação da planta	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas
Ausência de Acessibilidade	Ausência de barras, áreas de movimentação, aberturas	Setor de projeto/ engenharia	Diac Feminino Diantf Feminino NIT Feminino Térreo Piscinas Feminino NIT Feminino 2º andar NIT Feminino 3º andar Biblioteca Feminino Nuart Feminino NAPNE Masculino Servidores Masculino Diac Masculino Refeitório ADM Diaren Térreo Masculino Refeitório Masculino Refeitório Feminino Codesp Masculino Nit Superior Masculino Corredor das Diretorias Masculino	Longo prazo	Instalar barras e garantir abertura mínima exigida por norma
Falta de Higienização	Banheiro sujo	Setor de Limpeza	Cantina Masculino Masculino em frente a Diantf Bloco EAD Masculino 1º andar NIT Masculino Arquibancadas Masculino Nuart Masculino Guarita Masculino Guarita Feminino Diac Feminino Codesp Masculino Nit Superior Masculino	Curto Prazo	Garantir higienização regular
Ausência de pressão na rede	Água fraca ou falta d'água	Setor de projeto/ engenharia	Garagem Feminino - Pia Bloco EAD Feminino 3º andar	Longo prazo	Garantir pressão na rede

Fonte: Elaboração Própria em 2023

(Finaliza)

7 – ELABORAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO

O produto técnico-tecnológico proposto é a elaboração de um Manual de Operação Técnica de Boas Práticas que busque a eficiência e sustentabilidade das instalações sanitárias de instituições de ensino, sejam elas públicas ou privadas. O público-alvo da pesquisa é direcionado para a equipe gestora dos setores de manutenção do Campus Natal-Central com a finalidade de aprimorar os serviços prestados pelo setor e assim potencializar a eficiência do sistema sanitário da Campus.

A CAPES, por meio da Portaria nº 171 de 02 de agosto de 2018, utiliza de critérios para escolha dos produtos técnicos e tecnológicos a serem desenvolvidos nos programas de pós-graduação. Os critérios adotados são: aderência; impacto; aplicabilidade; inovação; e complexidade.

Com relação ao critério da aderência, o trabalho em estudo está vinculado à linha de Saneamento Ambiental do Programa de Pós-Graduação de Uso Sustentável de Recursos Naturais (PPGUSRN). No que concerne ao impacto da pesquisa, ela apresenta uma demanda espontânea objetivada por um problema previamente identificado, que é a ineficiência e falta de manutenção das instalações sanitárias do Campus Natal-Central, impactando diretamente a área social e econômica desta instituição.

No que diz respeito à aplicabilidade, o produto técnico proposto tem abrangência realizada em uma das maiores instituições de ensino do estado do Rio Grande do Norte, podendo ser expandido para os demais campus do IFRN no estado, bem como pode ser utilizado por outras instituições de ensino público e privado e em outras unidades federativas.

No que tange a inovação, a pesquisa apresenta um médio teor inovador devido a combinação de conhecimentos pré-estabelecidos, seja na área de saneamento ambiental, gestão pública, irrigação e sustentabilidade.

Por fim, com relação a complexidade, a produção é considerada de alta complexidade devido ao envolvimento de vários atores sociais como o IFRN e CAERN.

Para embasar a elaboração do produto técnico-tecnológico, fez-se o uso da ferramenta Matriz SWOT (Quadro 09), com intuito de avaliar e definir procedimentos para solucionar ou minimizar os problemas, baseado nas vistorias de campo, assim como aproveitar as oportunidades, dando-se ênfase e prioridade nas fraquezas e ameaças observadas. Foram considerados fatores internos aqueles que são inerentes ao setor de manutenção; já os fatores externos são aqueles que são dependentes de outros setores para sua efetiva solução.

QUADRO 8: MATRIZ SWOT

Fatores	internos	Fatores Positivos	Fatores negativos
		<p>Forças (Strengths)</p> <p>1 - Ausência de vazamento de água; 2 - Ausência de obstrução de esgotos; 3 - Boa pressão da água; 4 - Ausência de água de chuva adentrando nos banheiros; 5 - Ausência de retrossifonagem; 6 - Ausência de conexão cruxada;</p>	<p>Fraqueza (Weaknesses)</p> <p>1 - Odor nas instalações; 2 - Ausência de sifão e/ou caixa sifonada; 3 - Ausência de fecho hídrico total ou parcial; 4 - Ausência de grelha para caixa sifonada; 5 - Ausência de caixa sifonada apenas para mictório; 6 - Ausência de tubos de ventilação; 7 - Presença pontual de água de chuva adentrando na rede externa de esgotos; 8 - Caixas de inspeção com possibilidade de entrada de areia;</p>
	externos	<p>Oportunidades (Opportunities)</p> <p>1 - Regular a bom estado de higienização;</p>	<p>Ameaças (Threats)</p> <p>1 - Ausência de pias automáticas; 2 - Ausência de acessibilidade; 3 - Regular estado de conservação do banheiro e das peças sanitárias;</p>

Fonte: Elaboração própria em 2023

8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O prédio atual do IFRN foi construído em 1967, ano este bem anterior ao da norma NBR 8160/1999 vigente. A partir de então a instituição foi ampliando seus espaços físicos, todavia, com a ausência de planejamentos e projetos de engenharia. Por esse motivo, a visita *in loco* relatada neste trabalho apresentou dificuldades, uma vez que a maioria das instalações sanitárias são enterradas ou embutidas sob forros falsos, ou seja, de difícil visualização, somadas com a ausência de projetos hidrossanitários, fatores estes que limitam um diagnóstico mais preciso e eficiente das instalações.

Destarte, recomenda-se a atualização das (poucas) plantas gerais de água e esgoto existentes a no máximo 6 meses, e que elas sejam impressas e afixadas em locais de fácil visualização e sinalização de modificações, para assim posteriormente tais atualizações sejam repassadas ao arquivo de desenho editável.

Percebeu-se com esta pesquisa que o campus Natal-Central do IFRN apresentou os seguintes pontos fortes: não apresentou vazamentos significativos de água, bem como obstruções severas no sistema de esgoto; além de não apresentar conexão cruzada direta. Também apresentou boa pressão de água, o que propiciou a ausência de retrossifonagem (conexão cruzada indireta).

Contudo, apesar de não ter sido detectado vazamento de água, percebeu-se a ausência de pias automáticas nos ambientes vistoriados. A instalação e substituição desse aparelho sanitário com esse dispositivo reduziria o consumo e desperdício de água, propiciando assim uma economia para os gastos da instituição. Além disso, outro ponto que pode gerar desperdício de água são os aparelhos sanitários desgastados ou danificados.

Detectou-se também algumas fragilidades e pontos de adequações, sendo eles os principais: ausência de sifão e caixa sifonada nas instalações; além da ausência de fecho hídrico dos desconectores; e do sistema de ventilação, fatores esses que provocam odores nas instalações. Outrossim, foi verificada a ausência de grelhas nas caixas sifonadas e ralos; e a execução de caixas de inspeção em terreno arenoso. Esses fatores provocam o carregamento de objetos inapropriados para a rede de esgotos, como papel higiênico e areia, podendo causar assim obstruções no sistema. Outro ponto detectado durante a pesquisa foi a ausência parcial ou total de acessibilidade.

Apesar de não ter sido identificado nenhum ponto de incidência de água de chuva nas tubulações internas, já nas tubulações externas foram identificados três pontos. A identificação e eliminação dos pontos de entrada de água de chuva é de extrema importância, pois o excesso de

água de chuva compromete a rede interna e a rede pública de esgotos, causando extravasamentos de esgoto “*in natura*” nas ruas, bem como causando ineficiência em seu tratamento, uma vez que esse sistema não foi projetado para receber essa vazão extra e irregular de água de chuva.

Outro ponto a considerar é que, após a instalação do medidor de vazão nos ramais de esgoto do campus, essa vazão extra de água de chuva passará a ser efetivamente medida, passando a gerar um falso valor de esgotos, assim podendo onerar o pagamento das contas de água.

Os pontos de fragilidades e adequações encontrados no SPES foram aqueles que tiveram maior destaque para a elaboração do Manual de Gestão Sustentável, o qual foi pensado com uma linguagem clara, didática e objetiva para atingir seu público-alvo, sendo eles os setores de manutenção e engenharia do Campus Natal-Central do IFRN. A elaboração desse Manual, juntamente com o Plano de Ação, buscou selecionar medidas visando o alcance da eficiência e sustentabilidade das instalações sanitárias da instituição.

A partir do cálculo do valor de esgoto estimado com correção pelo método demonstrado nesse estudo, chegou-se a uma média de Coeficiente Corrigido de Retorno de Esgoto em torno de 20%, o que é muito abaixo do que é adotado pela literatura e pelas concessionárias de água e esgoto do país. Ressalta-se que esse método é indicado para instituições de ensino de grande porte que apresentam área verde irrigável em torno de 40% em relação a área construída, com população de 2 mil pessoas e com consumo médio mensal de água em torno de 3 mil m³. Os valores que apresentaram menor erro foram aqueles em que o consumo de água ficou entre 2999 m³ e 3226 m³, com dias úteis acima de 22 dias ao longo do mês. Observou-se uma redução expressiva de 78% dos custos quando comparado com os custos operacionais sem a medição direta dos esgotos gerados.

A NBR 8160 - (Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução) é uma norma brasileira criada no ano de 1999, ou seja, há mais de 20 anos. Assim como a NBR 5626 - Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção (ABNT, 2020) foi atualizada em 2020, a atualização da norma de esgotamento sanitário é iminente. No entanto, a NBR 8160 é a norma brasileira vigente quanto à temática de Sistemas Prediais de Esgotamento Sanitário. Dessa forma, a atualização do Manual faz-se necessária sempre que surgir uma nova atualização de normativas.

REFERÊNCIAS

ALMARAZ, Jesus Roberto Millan; PACHECO, Irineo Torres; GALVAN, Carlos Duarte; GONZALEZ, Ramon Gerardo Guevara; MEDINA, Luis Miguel Contreras; TRONCOSO, Rene de Jesus Romero; GUILLEN, Jesus Rooney Rivera. FPGA-based wireless smart sensor for real-time photosynthesis monitoring. **Computers And Electronics In Agriculture**, [S.L.], v. 95, p. 58-69, jul. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2013.04.009>.

ANDRÉ, Daniela Severo; MACEDO, Daniela de; ESTENDER, Antônio Carlos. Conservação e Uso Racional da Água: Novos hábitos para evitar a escassez dos recursos hídricos e para a continuidade do bem finito. In: **SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, 7., 2015, Resende. Anais [...]. Resende: AEDB, 2015.

ARAÚJO, André Luis Calado; DUARTE, Marco Antonio Calazans. **Monitoramento da vazão de efluentes líquidos do campus Natal-Central - IFRN descartados em rede coletora. Relatório técnico**. Natal: Núcleo de Estudos em Saneamento Básico (NESB): Diretoria de Recursos Naturais do IFRN, 2019.

ARMINDO, R. A. *et al.* Desenvolvimento e avaliação de um sistema automatizado de aquisição de dados para medição de vazão, “Auto-Venturi”. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 5. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), **NBR.9649**: Projeto de Rede Coletora de Esgoto – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

_____, **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução) – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

_____, **NBR 5626**: Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

_____, **NBR 10520**: Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BARBOSA, Guilherme Gomes; BEZERRA, Samira Pinho; SANT'ANA, Daniel Richard. Indicadores de consumo de água e análise comparativa entre o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações de ensino do Campus Darcy Ribeiro-UnB. 2018.

BARBOSA, R. Z.; PEREA MARTINS, J. E. M. Desenvolvimento de um sistema de telemetria para monitoramento térmico em casas de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, São Paulo, Brazil, v. 8, n. 1, p. 25–33, 2014. DOI: 10.18011/bioeng2014v8n1p25-33. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/175>. Acesso em: 20 jan. 2023.

BEURON, Thiago Antônio et al. **Estratégias Sustentáveis nas Universidades: um estudo de caso**. 2020. 20 f. Curso de Administração, Universidade Federal de Roraima, Roraima, 2020. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/2537718595>. Acesso em: 19 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 10 dez. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2020b]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em: 19 dez. 2022.

BRASIL. (2012). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012**. Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável. Recuperado de: <http://pesquisa.in.gov.br>. Acesso em 01/03/22.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 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. Diário Oficial da União, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: . Acesso em: 03 dez. 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, 16 mai. 2011. Disponível em: . Acesso em: 03 dez. 2022.

BRASIL (Estado). **Resolução nº RS.CA.P.G., de 14 de setembro de 2021**. Resolução do Conselho de Administração. : Revisão Tarifária. Natal, RN: COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE.

CARVALHO JUNIOR, R. **Interfaces prediais**. Editora Blucher, 2017. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788521212164>. Acesso em 10 abr. 2023.

DORNELLES, Fernando; GOLDENFUM, Joel; TASSI, Rutinéia. Metodologia para Ajuste do Fator de Esgoto/Água para Aproveitamento de Água de Chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 111-121, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v17n1.p111-121>.

DOTTO, Dalva Maria Righi; FELTRIN, Thiago Schirmer Feltrin; DENARDIN, Adrielle Carine Menezes; RUIZ, Lúcio de Medeiros Ruiz de Medeiros. Sustentabilidade em organizações públicas: estudo de uma instituição federal de ensino brasileira. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 235-259, 23 ago. 2019. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/geas.v8i2.1090>.

FERREIRA, Laura Dias; ROBAINA, Adroaldo Dias; PEITER, Marcia Xavier; PIROLI, Jéssica Dariane; RODRIGUES, Silvana Antunes; CONCEIÇÃO, Chaiane Guerra da; BRUNING, Jhosefe; PEREIRA, Anderson Crestani. Use of indirect methodologies for determining the flow rate in water pumping systems. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences*, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 1-8, 29 abr. 2021. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v16i2a8534>.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HEINER, Bryan; BARFUSS, Steven L.; JOHNSON, Michael C.. Conditional Assessment of Flow Measurement Accuracy. **Journal Of Irrigation And Drainage Engineering**, [S.L.], v. 137, n. 6, p. 367-374, jun. 2011. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)ir.1943-4774.0000309](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0000309).

HENRIQUES, Juscelino Alves; OLIVEIRA, Rui de; COURA, Monica de Amorim; LIBÂNIO, Marcelo; BAPTISTA, Márcio Benedito. Água de drenagem ou esgoto sanitário? Uma análise do sistema de macrodrenagem em cidade de médio porte na Região Nordeste. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 935-943, out. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220190223>.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE. **Histórico - O IFRN em números**. Natal: IFRN, 2021.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE. Plano de Gestão de Logística Sustentável. Deliberação n. 04/2015 -CODIR/IFRN, de 03/03/2015. Natal: IFRN, 2015.

KULIGOVSKI, C.; ROBERT, W. A.; AZEREDO, O. M. C.; PALMA, A.; J.; AGUIAR, M. A. S. 5S and 5W2H Tools Applied to Research Laboratories: Experience from Instituto Carlos Chagas - FIOCRUZ/PR for Cell Culture Practices. **Brazilian Archives of Biology and Technology** . V. 64. 2021

LARA, Pedro Túlio de Resende. Sustentabilidade em Instituições de Ensino Superior. **Revistas Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 7, n. 7, p. 1646-1656, 06 nov. 2012. Anual.

LOBATO, Eric Davi Coelho; SANTOS, Renan Baltazar dos. PLANEJAMENTO FINANCEIRO: uma proposta de implementação da matriz 5w2h como ferramenta da qualidade no setor financeiro das pequenas e médias empresas (pmes). **Revista Foco**, Curitiba, v. 16, n. 6, p. 01-13, 1 jun. 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.54751/revistafoco.v16n6-016>.

MACEDO, Eugenio Eduardo Queiroz. **Metodologia para determinação do real coeficiente de retorno dos esgotos e os valores obtidos**. in: congresso interamericano de engenharia sanitária e ambiental, 28., 2019, São Paulo. Artigo. São Paulo: Aesabesp, 2019. p. 1-10. Disponível em: https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2019/11/fenasan2019_276.pdf. Acesso em: 25 dez. 2022.

MORE: **Mecanismo online para referências**, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 19 de jan. 2023.

MORUZZI, Rodrigo Braga; LEÃO, Cintia Loturco Pinheiro. Estimativa da correção do coeficiente de retorno de esgoto sanitário em habitações com sistemas de aproveitamento de água pluvial: estudo de caso da cidade de bauru, sp. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 24, n. 1, p. 45-53, fev. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019151601>.

MOURA, João Marcos Bosi Mendonça de; PISKE, Igor. ANÁLISE DE DESCONNECTORES EM RALOS LINEARES: um comparativo entre práticas nacionais e internacionais. **Simpósio Nacional de Sistemas Prediais**, Sc, v. 0, n. 0, p. 0-0, 15 out. 2023. UDESC. <http://dx.doi.org/10.46421/sispred.v3.2949>.

MURAI, Yuichi; OHTA, Shoko; SHIGETOMI, Akinari; TASAKA, Yuji; TAKEDA, Yasushi. **Development of an ultrasonic void fraction profiler. Measurement Science And Technology**, [S.L.], v. 20, n. 11, p. 114003, 18 set. 2009. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/0957-0233/20/11/114003>.

MURAI, Yuichi; TASAKA, Yuji; NAMBU, Yuichi; TAKEDA, Yasushi; A., S. Roberto Gonzalez. **Ultrasonic detection of moving interfaces in gas-liquid two-phase flow. Flow Measurement And Instrumentation**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 356-366, set. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2010.03.007>.

MURAKAWA, Hideki; KIKURA, Hiroshige; ARITOMI, Masanori. Application of ultrasonic multi-wave method for two-phase bubbly and slug flows. **Flow Measurement And Instrumentation**, [S.L.], v. 19, n. 3-4, p. 205-213, jun. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2007.06.010>.

NEW YORK STATE. 2020 **Plumbing Code of New York State**. 2019. Disponível em: <https://dos.ny.gov/system/files/documents/2020/09/2020-pcnys-november-2019.pdf> Acesso em: 26 maio 2023

NÓBREGA, Luciana Maria de Lima Silva. **Diagnóstico de um sistema hidrossanitário em ambiente escolar e elaboração do plano de gestão sustentável de água e esgoto**. Orientadora: Dayana Melo Torres. 2021. 96 f. Dissertação (Mestrado em (Mestrado Profissional em Recursos Naturais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2021.

OLIVEIRA, Paulo Henrique Stehling; BARRETO, Douglas. Mapeamento das principais causas de contaminação de água potável em sistemas prediais hidrossanitários. **Simpósio Nacional de Sistemas Prediais**, [S.L.], v. 0, n. 0, p. 0-0, 28 nov. 2021. Antac. <http://dx.doi.org/10.46421/sispred.v1i.1575>.

PIMENTA, Bruna Dalcin; ROBAINA, Adroaldo Dias; PEITER, Marcia Xavier; KIRCHNER, Jardel Henrique; MEZZOMO, Wellington; TORRES, Rogério Ricalde. Desempenho do medidor ultrassônico de vazão em diferentes tubos de policloreto de vinila. Irriga, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 87-

95, 30 mar. 2018. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA**. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2018v23n1p87>.

PORTOCARRERO, Hugo; ANDRADE, Aluísio Granato de; CAMPOS, Tácio Mauro Pereira de. Monitoramento automatizado do escoamento superficial em parcela experimental instalada em talude de corte / Automatic runoff monitoring on experimental plot installed in cut-slope. **Geo Uerj**, Rio de Janeiro, v. [], n. 30, p. 277-304, 11 jun. 2017. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2017.18523>.

SERAFINI, Paula Gonçalves; MOURA, Jessica Morais de. **Práticas de sustentabilidade ambiental na universidade federal do rio grande norte: desafios e perspectivas**. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DO CIK, 8., 2020, São Paulo. Anais [...] . São Paulo: VIII Singep, 2020. p. 01-16. Disponível em: <http://submissao.singep.org.br/8singep/anais/arquivos/329.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SILVA, Raphael Alvim da. **DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE ÁGUA FRIA E ESGOTO DE UMA EDIFICAÇÃO**. 2019. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – **SNIS**. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos. Site institucional, 2022. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>.

STOKER, Devin M.; BARFUSS, Steven L.; JOHNSON, Michael C.. Ultrasonic Flow Measurement for Pipe Installations with Nonideal Conditions. *Journal Of Irrigation And Drainage Engineering*, [S.L.], v. 138, n. 11, p. 993-998, nov. 2012. **American Society of Civil Engineers (ASCE)**. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)ir.1943-4774.0000486](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0000486).

TRUJILLO FERRARI, Alonso. **Metodologia da pesquisa científica**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; BUENO, Rui Cesar Rodrigues. **Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Brasil**. *Água Latinoamérica*. Jul. 2004.

UNIFORM PLUMBING CODE. **Uniform Plumbing Code 2024**. 2023. Disponível em: <https://epubs.iapmo.org/2024/UPC/> Acesso em: 26 maio 2023.

VENTURA, Katia Sakihama; SUQUISAQUI, Ana Beatriz Valim. Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 333-349, mar. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000100378>.

VIEIRA, Marcelo Milano Falcão Vieira. **A comparative study on quality management in the brazilian and the Scottish prison service**. 1996. Tese [Doutorado PhD on Business Studies] – Scotland, University of Edinburg, Edimburgo, 1996.

VOLSCHAN, Isaac; TSUTIYA, Milton Tomoyuki; MARTINS, Rosa Helena de Oliveira; YAZAKI, Luiz Fernando Orsini. Sistema unitário x sistema separador absoluto: qual o mais atraente para as condições brasileiras?. **Revista DAE**, v. 2009, n. 180, p. 40-43, 2009Tradução . . Acesso em: 27 jan. 2023.

WANG, Xiaojuan; TSE, Peter W.; MECHEFSKE, Chris K.; HUA, Meng. **Experimental investigation of reflection in guided wave-based inspection for the characterization of pipeline defects**. Ndt & e International, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 365-374, jun. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2010.01.002>.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de pesquisa**. Florianópolis: Ufsc, 2013. 134 p.

APÊNDICE

CHECK-LIST DIAGNÓSTICO DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DO CAMPUS NATAL CENTRAL - IFRN

SETOR VISTORIADO:

VISTORIADORES:

DATA:

HORA:

VISTORIA

1 - Há quantos chuveiros? _____

1.1 O ralo está no centro geométrico do box/área de banho? SIM ()
NÃO ()

2 - Há quantas pias/lavatórios?----- _____

3 - Há quantas bacias sanitárias? _____

4 - Os aparelhos sanitários são protegidos por desconectores (sifão e caixas sifonadas)?

SIM () NÃO ()

4.1 - O fecho hídrico é de no mínimo 5 cm? SIM () NÃO ()

4.2 - O diâmetro de saída do desconector é igual ou superior ao ramal de descarga a ele conectado?

SIM () NÃO ()

4.3 - Qual o diâmetro da caixa sifonada? _____

5 - Há mictórios? Se sim, quantos? _____

5.1 - Há caixa sifonada só para o mictório? SIM () NÃO ()

5.2 - Possui tampa cega? SIM () NÃO ()

6 - Há retrossifonagem? SIM () NÃO ()

7 - Há vazamentos de água? Se sim, em quantos aparelhos sanitários? _____

8 - Há vazamentos de esgotos? Se sim, em quantos aparelhos sanitários? _____

9 - Há mau cheiro? SIM () NÃO ()

9.1 - Há sistema de ventilação? SIM () NÃO () () N.S.A

9.2 - O terminal de ventilação é provido de dispositivo que impeça a entrada de água de chuva?

SIM () NÃO () () N.S.A

9.3 - O terminal do tubo ventilador está a 1 m acima das vergas das janelas/portas/vãos de circulação?

SIM () NÃO () () N.S.A

9.3.1 - O terminal de ventilação está situado a mais de 4 m de janelas, portas ou vãos de ventilação?

SIM () NÃO () () N.S.A

9.4 - A coluna de ventilação tem diâmetro uniforme?

SIM () NÃO () () N.S.A

9.5 - O terminal de ventilação está situado a pelo menos 30 cm da cobertura, se a laje não tiver outro uso?

SIM () NÃO () () N.S.A

9.6 - O terminal de ventilação está situado a pelo menos 2,0 m da cobertura, se a laje tiver outro uso?

SIM () NÃO () () N.S.A

10 - Há presença de água de chuva adentrando no sistema de esgotos? SIM () NÃO ()

11 - A caixa sifonada para a lavagem de pisos é provida de grelhas? SIM () NÃO ()

12 - Há a passagem das tubulações de esgoto em paredes, rebaxos, forros falsos, etc. de ambientes de permanência prolongada? SIM () NÃO () () N.S.A

13 - A declividade mínima para as tubulações com diâmetro inferior a 75 mm é igual a 2%?

SIM () NÃO () () N.S.A

14 - A declividade mínima para as tubulações com diâmetro superior a 100 mm é igual a 1%?

SIM () NÃO () () N.S.A

15 - Há ligação do ramal de descarga ao ramal de esgoto por meio de joelho ou curva?

SIM () NÃO () () N.S.A

16 - Há mais de 1 pavimento? SIM () NÃO () () N.S.A

16.1 - Há presença de tubos de queda? SIM () NÃO ()

16.1.1 - Os tubos de queda são alinhados? SIM () NÃO ()

16.1.2 - Há uso de detergentes que provoquem espuma? SIM () NÃO ()

16.1.3 - Os tubos de queda das pias da cozinha descarregam em uma caixa de gordura? SIM () NÃO ()

16.1.4 - As caixas de inspeção estão situadas a mais de 2 m do tubo de queda?

SIM () NÃO ()

17 - Os coletores e subcoletores são acompanhados de elementos de permitem inspeção (caixas)?

SIM () NÃO () () N.S.A

17.1 - A profundidade é de no máximo 1 m? SIM () NÃO () () N.S.A

17.2 - As dimensões mínimas são de 0,60 m x 0,60 m ou D = 0,60 m? SIM () NÃO ()

17.3 - As caixas apresentam fundo construído de modo a assegurar rápido escoamento e evitar formação de depósitos? SIM () NÃO () () N.S.A

18 - A declividade máxima é de 5%? SIM () NÃO () () N.S.A

19 - O fundo da caixa de inspeção tem cota inferior ao do perfil do coletor ou subcoletor?

SIM () NÃO () () N.S.A

20 - Há a presença de bolsas de tubulações dentro das caixas de inspeções?

SIM () NÃO () () N.S.A

21 - As tubulações são aparentes? SIM () NÃO () () N.S.A

21.1 - Nas tubulações aparentes, as interligações dos ramais de descarga, ramais de esgoto e subcoletores são feitas com junção de 45°? SIM () NÃO () () N.S.A

21.2 - Há dispositivos de inspeção nos trechos adjacentes às interligações?

SIM () NÃO () () N.S.A

22 - As tubulações são enterradas? SIM () NÃO () () N.S.A

22.1 - Nas tubulações enterradas, as interligações dos ramais de descarga, ramais de esgoto e subcoletores são feitas com caixas e inspeção ou poços de visita?

SIM () NÃO () () N.S.A

22.2 - Os desvios, mudança de declividade e a junção das tubulações são feitas mediante caixa de inspeção ou poço de visita? SIM () NÃO () () N.S.A

23 - A distância da ligação do coletor predial com o público é inferior a 15 m?

SIM () NÃO () () N.S.A

24 - A distância entre 2 dispositivos de inspeção é superior a 25 m?

SIM () NÃO () () N.S.A

25 - Os comprimentos dos ramais de descarga e de esgoto/caixas de gordura/ caixas sifonadas não superiores a 10 m? SIM () NÃO () () N.S.A

26 - Há instalação de recalque? SIM () NÃO () () N.S.A

26.1 - As bombas da instalação de recalque são funcionam automática e alternadamente?

SIM () NÃO ()

26.2 - As bombas apresentam comando por chave magnética conjugado com chave de boia?

SIM () NÃO ()

26.3 - As bombas são equipadas com alarmes sonoros para identificação de falhas mecânicas?

SIM () NÃO ()

27 - Há trituradores nas pias da cozinha?

SIM () NÃO () () N.S.A

28 - O banheiro é acessível? SIM () NÃO ()

29 - Qual o estado de higienização do banheiro? RUIM () REGULAR () BOM ()

30 - Qual o estado de conservação do banheiro e dos aparelhos sanitários?

RUIM () REGULAR () BOM ()

31 – As pias são automáticas? SIM () NÃO ()

32 – Como é a pressão de água no terminal dos aparelhos sanitários?

RUIM () REGULAR () BOM ()