



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE ENGENHARIAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANDRÉA SOARES DE OLIVEIRA

**SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM
LABORATÓRIOS DE UMA UNIVERSIDADE FUNDAMENTADOS EM ANÁLISES
DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

MOSSORÓ

2020

ANDRÉA SOARES DE OLIVEIRA

**SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM
LABORATÓRIOS DE UMA UNIVERSIDADE FUNDAMENTADOS EM ANÁLISES
DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Profa. Dra. Maria Josicleide Felipe Guedes.

MOSSORÓ

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48s Oliveira, Andrea Soares de.
 Subsídios para o gerenciamento da demanda de
 água em laboratórios de uma universidade
 fundamentados em análises de informações
 geográficas / Andrea Soares de Oliveira. - 2020.
 88 f. : il.

 Orientadora: Maria Josicleide Felipe Guedes.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2020.

 1. Equipamentos de alto consumo de água. 2.
Plano de ação. 3. Metodologia de priorização. 4.
Uso racional da água. 5. Conservação das águas. I.
Guedes, Maria Josicleide Felipe, orient. II.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

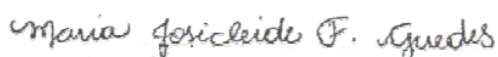
ANDRÉA SOARES DE OLIVEIRA

**SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM
LABORATÓRIOS DE UMA UNIVERSIDADE FUNDAMENTADOS EM ANÁLISES
DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 10/12/2020.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Maria Josicleide Felipe Guedes (UFERSA)
Presidente



Prof. Dr. Alisson Gadelha de Medeiros (UFERSA)
Membro Examinador



Profa. Dra. Mirella Leôncio Motta e Costa (IFPB)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus eu devo todas as coisas. Sou grata a Ele por minha vida, pela minha família e por sempre ter possuído a oportunidade de receber educação de qualidade.

Aos meus pais, Francisco das Chagas de Oliveira e Maria do Socorro Soares Nogueira, que sempre me ensinaram o valor do conhecimento, eu agradeço por todo o esforço realizado durante minha vida para que eu possuísse as melhores condições de educação que eles poderiam proporcionar. O sonho da graduação não é só meu, é nosso. Obrigada por serem o meu alicerce, força e motivação. Meu amor por vocês é imensurável.

Agradeço a minha irmã, Júlia Beatriz Soares de Oliveira, por ser alegria e luz na minha vida. Sua presença me motiva a buscar pela evolução, ser cada dia um ser humano melhor. Obrigada por me mostrar que o mundo pode ser bom.

Agradeço aos meus avós, Maria das Graças, Terezinha Leonilia e Raimundo Marçal, pelas orações, ensinamentos e sabedoria repassada. Vocês são minhas grandes inspirações de fé e perseverança.

Agradeço a minha orientadora, Maria Josicleide Felipe Guedes, por ser um exemplo de profissional e ser humano. Obrigada por todo o conhecimento repassado a mim, pelos conselhos e paciência com a qual guiaram meu aprendizado.

Agradeço ao meu namorado, Francisco da Costa Rodrigues Terceiro, por todo apoio, cuidado, atenção e ajuda. Você foi essencial durante esse percurso. Obrigada por estar presente e ser meu grande incentivador.

A todos os meus colegas de curso, especialmente Cayssa Ágatha, Vinícius Navarro, Gabriel Loizu, Caio Álisson e Ellen Sampaio. Muito obrigada pelas descobertas, companheirismo e troca de experiências que me permitiram crescer não só como formanda, mas como pessoa.

Ninguém, além de você, pode determinar o seu valor.

Lucy Maud Montgomery

RESUMO

A escassez de água é um problema mundial e o seu desperdício é um agravante que afeta diretamente o futuro de todos, sobretudo em regiões semiáridas. É essencial que a água seja utilizada de forma racional, através da redução de seu consumo, de perdas nos sistemas e, sempre que possível, reutilizá-la. Nesse sentido, considerando o papel precípua das Instituições de Ensino Superior (IES) como ambientes difusores de conhecimento, as IES possuem o dever de direcionar seus esforços de maneira a cumprir sua responsabilidade socioambiental. O objetivo deste estudo é propor subsídios para o gerenciamento da demanda de água em laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), câmpus Mossoró, fundamentados em análises de informações geográficas. Alternativas em prol do uso racional da água foram elaboradas e organizadas com o auxílio de uma ferramenta de gestão: o método 5W2H. O método foi alicerçado através de levantamento e caracterização dos equipamentos laboratoriais e aparelhos hidrossanitários, da análise dos dados por meio de sistema de informações geográficas (SIG), da verificação dos custos para implantação das ações sugeridas e da matriz GUT (gravidade, urgência e tendência) de priorização de ações. Os resultados indicaram uma redução no consumo de água de até $105 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$, proporcionada pela possível reutilização da água proveniente de desperdício de equipamentos laboratoriais e correção de vazamentos de aparelhos hidrossanitários em 24 centrais de laboratórios na universidade. Esse volume desperdiçado seria suficiente para irrigar o campo de futebol da UFERSA uma vez por semana ou, então, lavar o piso de todas as 24 centrais de laboratórios a cada 15 dias.

Palavras-chave: Equipamentos de alto consumo de água. Plano de ação. Metodologia de priorização. Uso racional da água. Conservação das águas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vínculo da água com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)	17
Figura 2: Resultados do programa de uso racional da água na cidade universitária da Universidade de São Paulo	24
Figura 3: Evolução do consumo da Universidade Federal da Bahia	25
Figura 4: Consumo de água na Universidade Estadual de Campinas versus área construída no câmpus	27
Figura 5: Método da ferramenta 5W2H	31
Figura 6: Fluxograma da metodologia de pesquisa	35
Figura 7: Localização da área de estudo	36
Figura 8: Centrais de laboratórios distribuídas no câmpus Mossoró da UFERSA	38
Figura 9: Distribuição dos aparelhos hidrossanitários das centrais de laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró	47
Figura 10: Condição de operação dos aparelhos hidrossanitários identificados nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró	48
Figura 11: Condição de operação dos aparelhos hidrossanitários identificados nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró	49
Figura 12: Comparativo entre condições de aparelhos hidrossanitários em instituições de ensino superior	50
Figura 13: Tipos de torneiras identificadas nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró	51
Figura 14: Tipos de acionamento das bacias sanitárias identificadas nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró	52
Figura 15: Tipos de acionamento dos mictórios identificados nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró	52
Figura 16: Tipos de equipamentos de alto consumo de água	54
Figura 17: Resíduo de água gerado por destiladores para cada litro de água destilada	55
Figura 18: Condição de funcionamento dos equipamentos laboratoriais de alto consumo de água	55
Figura 19: Resíduo de água gerado por mês proveniente de destiladores	56
Figura 20: Desperdício diário de água decorrente de vazamentos hidrossanitários	61
Figura 21: Caracterização das torneiras quanto ao tipo de acionamento automático	61

Figura 22: Caracterização de torneiras quanto ao uso de dispositivos poupadores de água do tipo arejadores.....	62
Figura 23: Caracterização de bacias sanitárias quando a sua tipologia.....	62
Figura 24: Caracterização de bacias sanitárias com dispositivos poupadores de água do tipo <i>dual flush</i>	63
Figura 25: Caracterização dos mictórios	63
Figura 26: O que daria para fazer com a água que está sendo desperdiçada?	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definição dos parâmetros da matriz GUT*	33
Quadro 2: Critérios de pontuação da matriz GUT*	33
Quadro 3: Valores médios do desperdício de volume de água de aparelhos sanitários	39
Quadro 4: Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para implantação de ações de gerenciamento da demanda de água relacionados a equipamentos laboratoriais nas centrais de laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido	57
Quadro 5: Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para implantação de ações de gerenciamento da demanda de água relacionados aos aparelhos hidrossanitários das centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (continua).....	65
Quadro 6: Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H (continua)	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo de água por destiladores	28
Tabela 2: Caracterização dos equipamentos laboratoriais com alto consumo de água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró.....	43
Tabela 3: Caracterização do desperdício de água proveniente de equipamento laboratorial - destilador de água	44
Tabela 4: Caracterização do desperdício de água proveniente de equipamento laboratorial - osmose reversa.....	45
Tabela 5: Caracterização do desperdício de água proveniente de equipamento laboratorial - destilador de nitrogênio	45
Tabela 6: Resíduo mensal de água desperdiçado por equipamentos laboratoriais na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró.....	46
Tabela 7: Volume de água desperdiçado decorrente de vazamentos de aparelhos hidrossanitários na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró.....	51
Tabela 8: Adaptação dos parâmetros de gravidade da matriz GUT* para equipamentos de alto consumo de água	58
Tabela 9: Adaptação dos parâmetros de urgência da matriz GUT* para equipamentos de alto consumo de água	58
Tabela 10: Adaptação dos parâmetros de tendência da matriz GUT* para equipamentos de alto consumo de água	59
Tabela 11: Priorização dos locais para as ações de gerenciamento do desperdício de água proveniente de destiladores nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido através da matriz GUT*.....	60
Tabela 12: Adaptação dos parâmetros de gravidade da matriz GUT para aparelhos hidrossanitários.....	67
Tabela 13: Adaptação dos parâmetros de urgência da matriz GUT para aparelhos hidrossanitários.....	67
Tabela 14: Adaptação dos parâmetros de tendência da matriz GUT* para aparelhos hidrossanitários.....	68
Tabela 15: Priorização das ações de gerenciamento da demanda de água relacionados aos aparelhos hidrossanitários nas centrais de laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido através da matriz GUT*	69

Tabela 16: Custo para implementação das ações de intervenções nos aparelhos hidrossanitários nas centrais de laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido... 70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT-NBR – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Norma Brasileira

ANA – Agência Nacional das Águas

CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

CCBS-Biociência II – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Biociências II

CCBS-HCS – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Habilidades Clínicas e Simulação

CL-I – Complexo de Laboratórios I

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CPVSA – Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido

ESAM – Escola Superior de Agricultura de Mossoró

FEC – Faculdade de Engenharia Civil

GDA – Gestão da Demanda de Água

GDO – Gestão da Oferta

GPS – Sistema de Posicionamento Global

GUT – Gravidade, Urgência e Tendência

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IES – Instituição de Ensino Superior

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

LAS – Laboratório de Análises de Solo

LASAP – Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta

LASAPSA – Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta do Semi-Árido

LCA – Laboratório de Conservação de Alimento

LLFQM – Laboratório de Física, Química e Matemática

LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos

NEA – Núcleo de Estudos Ambientais

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

OSGeo – Open Source Geospatial Foundation

PLS – Plano de Gestão de Logística Sustentável

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PURA - USP – Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo

REUNI – Programa de Expansão das Universidades Federais

RN – Rio Grande do Norte

RU – Restaurante Universitário

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEP – Filosofia da Economia de Suficiência

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIN – Setor de Infraestrutura

SU – Universidade de Siam

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO.....	16
2.1. Objetivo geral	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1. Sustentabilidade hídrica	17
3.2. Histórico da gestão de recursos hídricos no Brasil.....	18
3.3. Estratégias para o gerenciamento dos recursos hídricos.....	20
3.4. Universidades e a responsabilidade socioambiental.....	22
3.4.1. Conservação e gestão da água em Siam University, Tailândia.	22
3.4.2. Universidade de São Paulo (PURA-USP).....	23
3.4.3. Universidade Federal da Bahia (ÁGUAPURA).....	24
3.4.4. Universidade Estadual de Campinas (Pró-Água Unicamp, Plano de Contingência e Programa Caça Vazamentos).....	26
3.5. Equipamentos laboratoriais consumidores de água.....	27
3.5.1. Destilador de água	28
3.5.2. Destilador de nitrogênio	28
3.5.3. Osmose reversa.....	29
3.6. Planejamento e promoção de cenários para o uso racional da água	29
3.6.1. Utilização de sistema de informações geográficas.....	30
3.6.2. Método 5W2H.....	30
3.6.3. Matriz GUT (gravidade, urgência e tendência).....	32
4. METODOLOGIA.....	34
4.1. Levantamento de dados	35
4.1.1. Identificação e caracterização da área de estudo.....	35
4.1.2. Caracterização do abastecimento e do consumo de água na universidade.....	37
4.1.3. Centrais de laboratórios.....	37
4.1.3.1. Caracterização dos equipamentos laboratoriais	38
4.1.3.2. Caracterização dos aparelhos hidrossanitários	39
4.2. Banco de dados e análise de informações com ferramenta SIG.....	40
4.2.1. Panorama do desperdício de água nas centrais de laboratórios fundamentados na utilização de SIG	40
4.2.2. Aplicação do Método 5W2H.....	40
4.2.3. Aplicação da Matriz GUT	41

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 Caracterização dos equipamentos laboratoriais	43
5.2 Caracterização dos aparelhos hidrossanitários.....	47
5.3 Subsídios para o gerenciamento da demanda de água nas centrais laboratoriais da universidade	53
5.3.1 PARTE 1: Gerenciamento da demanda das águas provenientes do processo de resfriamento de equipamentos de destilação	54
5.3.2 PARTE 2: Gerenciamento da demanda das águas dos aparelhos hidrossanitários	60
6 CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICES	85
Apêndice A	85
Apêndice B	86
Apêndice C	87

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a legislação reconhece a importância da água, considerando-a um direito fundamental e indispensável à vida humana, porém que ainda precisa ser concretizado no cotidiano através da garantia ao acesso à água potável para todos. Nas últimas décadas houve uma preocupação em conscientizar a sociedade para a inserção de uma nova cultura em relação aos recursos hídricos, repensando valores, comportamentos, hábitos e atitudes (ROSA; GUARDA, 2019).

Essa nova cultura inclui a utilização de forma racional desse recurso, e isto envolve a redução de seu consumo, bem como as perdas e desperdícios de água nos sistemas, e sempre que possível reutilizá-la. Uma possibilidade para proporcionar uma redução no consumo de água é a criação e implementação de um programa de uso racional de água nos mais diferentes setores, inclusive no meio acadêmico, especificando medidas para promoção de uso consciente e eficiente, incluindo ações econômicas, institucionais, educacionais e tecnológicas.

Nesse sentido, considerando o papel precípua das Instituições de Ensino Superior (IES) como ambientes que difundem o conhecimento, essas instituições devem direcionar seus esforços de maneira a cumprir sua responsabilidade socioambiental, buscando a conservação dos recursos hídricos, seja por meio de campanhas socioeducativas ou através de intervenções nas instalações hidráulicas. Adiciona-se a essa responsabilidade, a Instrução normativa nº 10, de 10 de novembro de 2012, que torna indispensável a elaboração do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) como ferramenta de planejamento, com objetivos e responsabilidades definidas, para ações, metas, prazos de execução e mecanismos de monitoramento e avaliação, permitindo ao órgão ou entidade estabelecer práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na Administração Pública (BRASIL, 2012). Dentre esses segmentos, destaca-se as ações voltadas à gestão das águas.

Algumas instituições de ensino superior do Brasil, como a Universidade Federal da Bahia (UFBA), com o programa ÁGUAPURA, e a Universidade de São Paulo (USP), com o Programa de Uso Racional da Água (PURA-USP), conquistaram resultados significativos de redução de consumo de água em suas instalações a partir de medidas de uso racional.

Diante o exposto, por meio desta pesquisa foram fornecidos subsídios para o gerenciamento da demanda de água em laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, câmpus Mossoró, o que poderá auxiliar, parcialmente, a elaboração de um plano de uso racional da água na instituição. Ressalta-se a importância de ações de uso racional da

água nesta tipologia de edificação, uma vez que a demanda hídrica nos laboratórios é significativa, principalmente para os casos de prédios que constam de aparelhos especiais, a exemplo de destiladores de água.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

Propor subsídios para o gerenciamento da demanda de água em laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, câmpus Mossoró, fundamentados em análises de informações geográficas.

2.2. Objetivos específicos

- Fomentar diretrizes para o Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) da universidade;
- Quantificar o desperdício de água nos prédios laboratoriais;
- Espacializar informações sobre o uso irracional da água nos laboratórios;
- Indicar alternativas de uso racional da água.

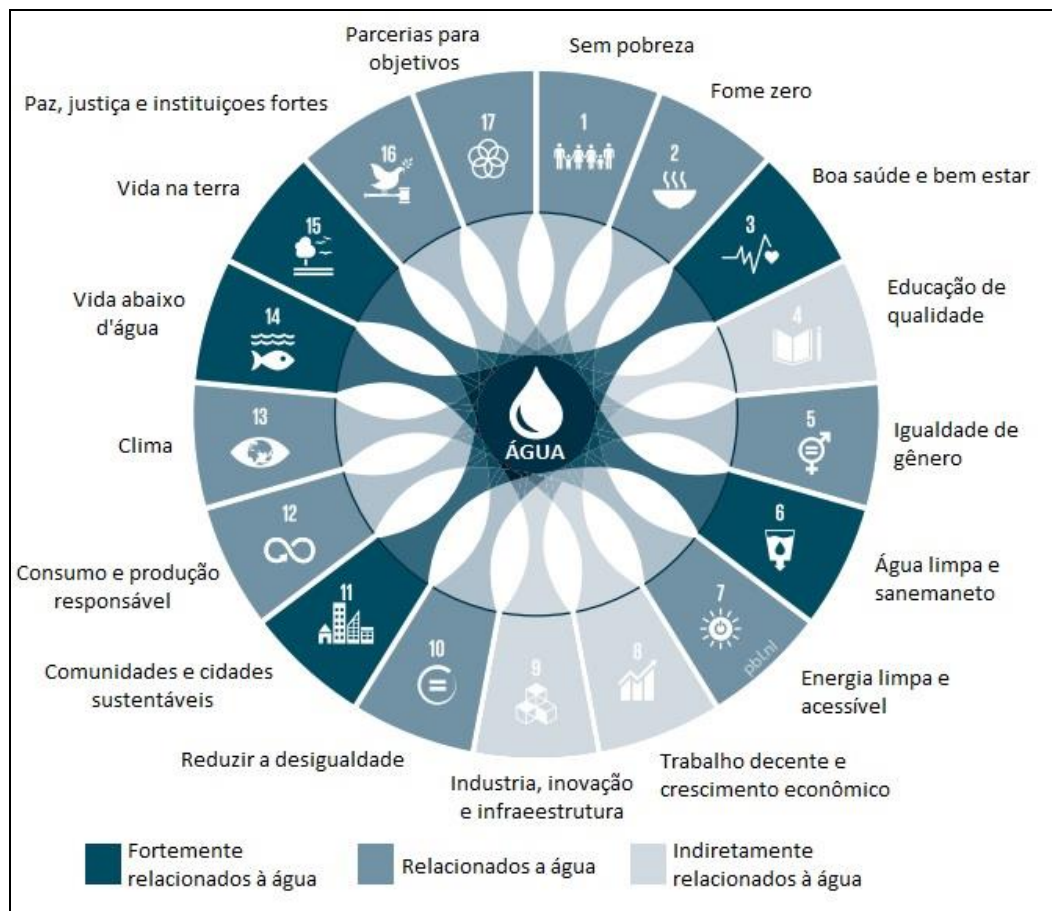
3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Sustentabilidade hídrica

A Organização das Nações Unidas (ONU) juntamente com o Banco Mundial, reuniram em 2018 um painel de 11 chefes de Estado e lançaram um relatório e uma carta aberta ao mundo intitulada de “Faça cada gota contar: uma agenda de ação pela água”. O relatório demonstra a preocupação com o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) para a Agenda 2030, mais especificamente com o objetivo 6, que busca uma gestão sustentável da água e saneamento para todos.

O relatório afirma que a realização dos outros objetivos depende do desenvolvimento e gestão dos recursos hídricos (ONU, 2018). A Figura 1 ilustra como a água é a moeda comum que interliga quase todos os ODS, e como sua gestão sustentável será determinante para o cumprimento desses objetivos.

Figura 1: Vínculo da água com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: Adaptado de ONU (2018).

O relatório afirma que para atingir os ODS, governos, sociedades e setor privado terão que mudar a forma como usam e administram a água, pois atualmente 40% das pessoas do mundo ainda sofrem com a escassez desse recurso, além de 2 bilhões consumirem água de qualidade duvidosa, e mais de 4,5 bilhões não possuem serviços de saneamento gerenciados de forma segura. De acordo com os autores, se esse problema não for resolvido, até 700 milhões de pessoas poderiam ser deslocadas de seus lugares de origem em busca de água nos próximos 20 anos (ONU, 2018).

O painel ainda defende políticas baseadas em evidências e abordagens inovadoras nos níveis global, nacional e local para tornar o gerenciamento da água atraentes para investimento e a necessidade de parcerias entre governos, comunidades, setor privado e pesquisadores. Na carta aberta, eles concluem: “Quem quer que seja, seja lá o que fizer, onde quer que você esteja, todos nós temos uma responsabilidade compartilhada para mudar o futuro da água. Faça cada gota contar. É hora de agir” (ONU, 2018).

Outros autores, como Marckmann *et al.* (2012) também demonstram essa preocupação, afirmando que a água é o material mais consumido pelo homem, sendo um elemento essencial para vida humana e do equilíbrio de ecossistemas, e destacam a importância da conscientização de seus usuários afim de controlar seu desperdício.

Nesse sentido, o reúso da água se torna um importante instrumento de gestão ambiental, sendo reconhecido como uma das opções mais inteligentes para racionalização dos recursos hídricos, embora dependa de aceitação popular, aprovação mercadológica e vontade política para efetivá-lo como tecnologia sistemática (SILVA *et al.*, 2012).

A técnica vem se tornando uma eficiente alternativa para o combate a escassez, principalmente em lugares com alta concentração de pessoas e baixa disponibilidade hídrica, permitindo que um volume de água maior permaneça disponível para outros usos não potáveis (MEDEIROS; STORCK; VOLPATTO, 2017).

3.2. Histórico da gestão de recursos hídricos no Brasil

A gestão de águas é um conjunto de atividades que deve conter um plano de uso, controle, proteção, gerenciamento e monitoramento de uso da água. O primeiro marco normativo para a gestão das águas no Brasil foi a promulgação do Código de Águas de 1934, que transferiu, dos estados e municípios, para a União a concessão dos aproveitamentos hidrelétricos e dos serviços de distribuição de energia elétrica (CAMPOS; FRACALANZA, 2010).

Em sequência, a Constituição Federal de 1988 modificou o Código das Águas, de 1934, extinguindo as águas particulares e o domínio das águas foi dividido entre a União e os estados, sendo bem da União todas as águas localizadas em território nacional provenientes de rios que banham mais de um estado, e bens do estado todos os outros. Em 1997 foi promulgada a Lei nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e estabeleceu, entre seus fundamentos, que a água é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, além de compartilhar as decisões referentes a gestão dos recursos hídricos entre a população, usuários e o poder público (ROSA; GUARDA, 2019).

Por meio da Lei nº 9.984/2000, que é responsável, juntamente com os órgãos estaduais, pela disciplina dos recursos hídricos, foi criada a Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA), visando a diminuição da poluição e desperdícios de água. A ANA tem a missão institucional de garantir a segurança hídrica para o desenvolvimento sustentável do Brasil, sendo responsável pela implementação da PNRH e pela coordenação da gestão compartilhada e integrada do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH), que busca permanentemente a ampliação do conhecimento sobre o balanço hídrico em todo território nacional. (ANA, 2019).

Com a atualização do marco legal do saneamento básico, em julho de 2020, através da Lei nº14.026, foi atribuído também a ANA competências para editar normas de referências sobre o todo o serviço de saneamento básico no país.

A entidade, ainda defende a importância de todos os centros urbanos brasileiros possuir oferta de água, definindo como uma necessidade básica da população e um instrumento impulsionador ao desenvolvimento do país (ANA, 2010). Porém, para garantir acesso a água a toda população, em um país como o Brasil, com grande extensão territorial, a gestão de seus recursos hídricos precisa vencer desafios como a discrepância na disponibilidade hídrica entre as suas regiões hidrográficas.

Apesar do país ter em torno de 91 mil $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ em sua disponibilidade hídrica total, a Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, por exemplo, que é onde está localizado o estado do Rio Grande do Norte, possui uma disponibilidade hídrica inferior a 100 $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ (ANA, 2010). Além dessa discrepância, a escassez hídrica decorrente da crescente demanda de água, gerada pelo crescimento populacional e da necessidade de expansão econômica, que afetam diretamente a sustentabilidade ambiental do planeta e das reservas naturais de água (BERTONCINI; CAVASSIN, 2019), trazem à tona a discussão sobre os modelos atuais de gestão de recursos hídricos.

3.3. Estratégias para o gerenciamento dos recursos hídricos

A gestão dos recursos hídricos é baseada em duas linhas: a oferta e a demanda. Elas são estratégias de gestão com pontos de vista fundamentalmente distintas, porém baseadas em um único recurso: a água. A gestão da demanda de água (GDA) entende que os recursos hídricos são finitos e prioriza o uso racional da água, com o objetivo de aumentar a eficiência em sua utilização por meio de programas de conservação. Por sua vez, na gestão da oferta (GDO) os recursos são desenvolvidos de acordo com as necessidades humanas, identificando a oferta de água e definindo as prioridades e formas de seu uso como se fosse um recurso infinito (BRANDES; KRIWOKEN, 2006).

Em 2019 a ANA lançou o Manual de usos consultivos no Brasil, que teve o objetivo de ampliar o conhecimento sobre o uso da água no território nacional, obtendo importantes análises de segurança hídrica. O manual informa que as atividades da indústria, o abastecimento urbano e a irrigação correspondem a mais de 80% do uso da água no país, sendo o restante utilizado para o abastecimento rural, consumo animal e atividade de termoeletricas e mineração. Esse conhecimento subsidia o direcionamento tanto da GDO, em infraestrutura hídrica, operação de reservatórios e alocação negociada de água, quanto a GDA, para o uso racional da água, controle da demanda e redução de perdas em sistemas de abastecimento (ANA, 2019).

O desequilíbrio entre a demanda e oferta de água é um problema, a nível mundial, geralmente solucionado invariavelmente com o aumento do suprimento de água, através da exploração de novos recursos, como visto, denominado de gestão da oferta (STUDART; CAMPOS, 2001). Peixinho (2010), relata:

Os problemas crescentes relacionados com os recursos hídricos dizem respeito a adequação entre a demanda e oferta de água. A crescente demanda por alimentos e produtos industrializados, a urbanização desordenada, produzindo grandes metrópoles com os problemas ambientais inerentes a esta estrutura (saneamento básico, enchentes, etc.) e outras atividades humanas, tais como o desmatamento, o assoreamento dos cursos d'água, os despejos industriais e urbanos, às atividades de mineração e poluição decorrentes de exploração agrícola, representam fatores que contribuem para o agravamento deste quadro, conduzindo para que se utilize técnicas de gestão dos recursos hídricos que minimizem estes óbices (PEIXINHO, 2010, pág. 3).

Studart e Campos (2001) diz, ainda sobre a GDO, que a construção de grandes obras para acúmulo de água está se tornando cada vez menos aceitável do ponto de vista ambiental,

e por isso deve-se optar pela conservação e realocação desse recurso. E denomina a GDA como uma alternativa para o equacionamento desse problema, sendo um conjunto de medidas que induz o usuário a reduzir o volume consumido de água, mas conservando o nível de serviço.

O gerenciamento da demanda envolve medidas estruturais e não-estruturais. As medidas estruturais utilizam-se de alternativas tecnológicas para assegurar a redução do consumo, podendo citar o controle de vazamentos, a medição individualizada em edifícios, a melhor operação em redes de distribuição de água, a adoção de aparelhos poupadores de água, entre outros. Enquanto as medidas não-estruturais são pautadas em incentivos econômicos, legais e educacionais à mudança de comportamento dos usuários, podendo-se destacar as multas pelo excesso de consumo de água, legislações que induzem o uso racional da água, a outorga pelo direito de uso da água e programas socioeducativos (VIEIRA; RIBEIRO, 2005; SAVENIJE; VAN DER ZAAG, 2002).

De um modo geral, os programas de conservação de água potável objetivam-se em evitar o desperdício através do uso racional da água, a fim de conservar o recurso, “sem que haja o comprometimento dos usos fundamentais que mantém a vida nas áreas urbanas” (GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 16).

Nesse sentido, para Oliveira (1999), o gerenciamento da demanda urbana de água visando sua conservação deve ser realizado em três níveis sistêmicos:

- macro – sistemas hidrográficos: de responsabilidade da ANA e dos órgãos estaduais gestores dos recursos hídricos, englobando políticas e ações voltadas para a proteção dos mananciais, através do controle da poluição e disciplinamento do uso da água;
- meso – sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário: de responsabilidade das concessionárias de água, envolvendo por exemplo ações de controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água;
- micro – sistemas prediais: de responsabilidade dos consumidores finais do sistema. Este nível envolve, essencialmente, o comportamento dos usuários, na percepção da água como um recurso finito e de vital importância para a realização das suas atividades.

Intervenções em edificações públicas, como universidades, quanto ao gerenciamento hídrico se enquadram, portanto, no nível micro. Um estudo realizado por Silva (2014) contextualiza o papel das Instituições de Ensino Superior (IES) no processo em busca da sustentabilidade, trazendo em sua discussão cartas ou declarações de compromissos internacionais, assinados por elas, em incorporar a sustentabilidade nos seus mais diversos

setores (currículos, pesquisas, extensão e operações nos *campi*). Conhecidas como *Sustainability Higher Education* (SHE), os compromissos e declarações internacionais representam um consenso emergente, a nível mundial, sobre o papel da universidade em relação à sustentabilidade (GRINDSTED, 2011).

3.4. Universidades e a responsabilidade socioambiental

Faz parte das atividades de uma Instituições de Ensino Superior (IES) o ensino, a pesquisa e a extensão e, para a execução dessas atividades, são necessárias estruturas físicas como laboratórios, centrais de salas de aula, prédios administrativos, entre outros. Nesses locais, é notado com frequência o desperdício de água, seja ele através do uso irracional por parte dos usuários, mau funcionamento de equipamentos laboratoriais ou vazamentos no sistema hidráulico.

Nessa conjuntura, as IES devem ser pioneiras na disseminação da racionalização do uso da água, tanto pelo grande consumo intrínseco às suas atividades, quanto para difundir conhecimentos e hábitos sustentáveis (ARAÚJO *et al.*, 2019).

Diante da problemática, universidades do mundo inteiro procuram desenvolver programas que reduzam o consumo de água, significativamente, sem provocar grandes alterações no modo de vida dos usuários. A seguir são apresentados exemplos de alguns programas de conservação da água existentes em universidades estrangeiras e brasileiras.

3.4.1. Conservação e gestão da água em Siam University, Tailândia.

A Universidade de Siam (SU) é uma das principais universidades privadas da Tailândia, encarando empregabilidade, diversidade e sustentabilidade como os pilares principais do seu objetivo. A universidade foi fundada em 1965 como a primeira escola particular de engenharia e está localizada no distrito de Phasi Charoen, dentro dos limites sudoeste do centro de Bangkok.

Mongkhonvanit *et al.* (2018) relatam que, em 2017, foram definidos planos e programas relativos ao manejo e conservação da água, sendo eles:

- um sistema de reserva e tratamento de água da chuva para uso, aplicando o princípio de "Filosofia da Economia de Suficiência (SEP)";
- instalação de aparelhos mais eficientes, como torneiras automáticas;
- usar água reciclada para jardinagem e lavagem de carros;
- aplicação de campanhas de conservação de água, através de mídia on-line, para todos os funcionários e alunos do câmpus.

A universidade entende que essas foram medidas iniciais, e que é necessário dar continuidade ao estudo da gestão de água, lançando alguns objetivos para os anos seguintes, como: instalação de coleta de dados automatizada do consumo de água encanada e iniciar um programa para tratamento de água residuária dos laboratórios antes de ser lançada no ecossistema (MONGKHONVANIT *et al.*, 2018).

3.4.2. Universidade de São Paulo (PURA-USP)

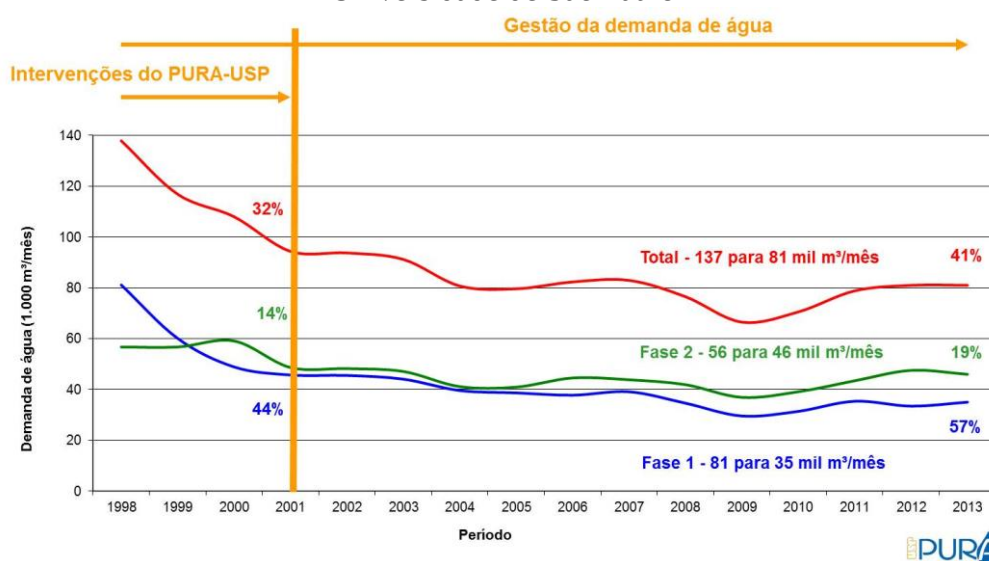
O programa de uso racional da água (PURA) foi criado, em 1996, a partir de uma aliança entre a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). A SABESP observou que a universidade consumia valores excessivos de água mensalmente, com isso, o PURA surgiu com o objetivo de reduzir o consumo por meio de ações tecnológicas, onde sua aplicação foi dividida nas seguintes etapas (NAKAGAWA, 2009):

- pré-implantação: deve-se realizar um levantamento das edificações que mais consomem água. Assim, em função do consumo de água, da tipologia da atividade desenvolvida e da localização das unidades, define-se em quantas fases o programa deve ser implantado, as unidades contempladas em cada fase e qual o tempo de duração estimado das intervenções;
- etapa 1 – diagnóstico geral: etapa onde deverá ser feito um levantamento das características da unidade, dos seus sistemas hidrossanitários e do histórico de consumo de água antes das intervenções, definindo-se um plano de intervenção;
- etapa 2 – redução de perdas físicas: etapa onde está incluída a atualização do cadastro de redes existentes, detecção e eliminação de vazamentos em redes externas e em reservatórios;
- etapa 3 – redução de consumo nos pontos de utilização: aqui estão incluídas a detecção e a eliminação de vazamentos em pontos de utilização e substituição de equipamentos convencionais por modelos economizadores;
- etapa 4 – caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água: nesta etapa são levantados os hábitos dos usuários nas diversas atividades desenvolvidas e também são fornecidas informações de procedimentos mais eficientes, para que sejam minimizados os desperdícios, mas sem haver perda de qualidade nos processos;
- etapa 5 – divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos: esta etapa possui dois públicos-alvo: os usuários primários (equipe da manutenção hidráulica) e os

usuários finais (docentes, discentes, funcionários, visitantes). Havendo a distinção, é feita a distribuição de folders, adesivos, cartazes, manuais de operação e manutenção dos equipamentos, palestras, entre outros (SILVA; TAMAKI; GONÇALVES, 2006).

As ações do programa foram aplicadas por fases em diferentes unidades da USP, sendo: i) fase 1, em 7 unidades localizadas na cidade universitária, que representavam 50% da demanda de água; ii) fase 2, em demais 21 unidades localizadas na cidade universitária; iii) fase 3, em unidades externas à cidade universitária, mas ainda localizadas na cidade de São Paulo; iv) fase 4, em unidades localizadas no interior e litoral do estado (PURA-USP, 2020). Na Figura 2 pode-se visualizar que, do ano de aplicação do programa até 2013, as ações propostas pelo PURA reduziram em 41% a demanda de água na universidade.

Figura 2: Resultados do programa de uso racional da água na cidade universitária da Universidade de São Paulo



Fonte: PURA-USP (2020).

3.4.3. Universidade Federal da Bahia (ÁGUAPURA)

O programa surgiu em 2001, semelhante ao PURA, com o objetivo de reduzir o consumo de água e o seu desperdício. Sua atuação principal é através da manutenção preventiva e troca de equipamentos do sistema hidrossanitário, além da conscientização e participação de representantes das unidades de ensino, e na disseminação do uso racional da água, para que os resultados sejam satisfatórios (NAKAGAWA, 2009).

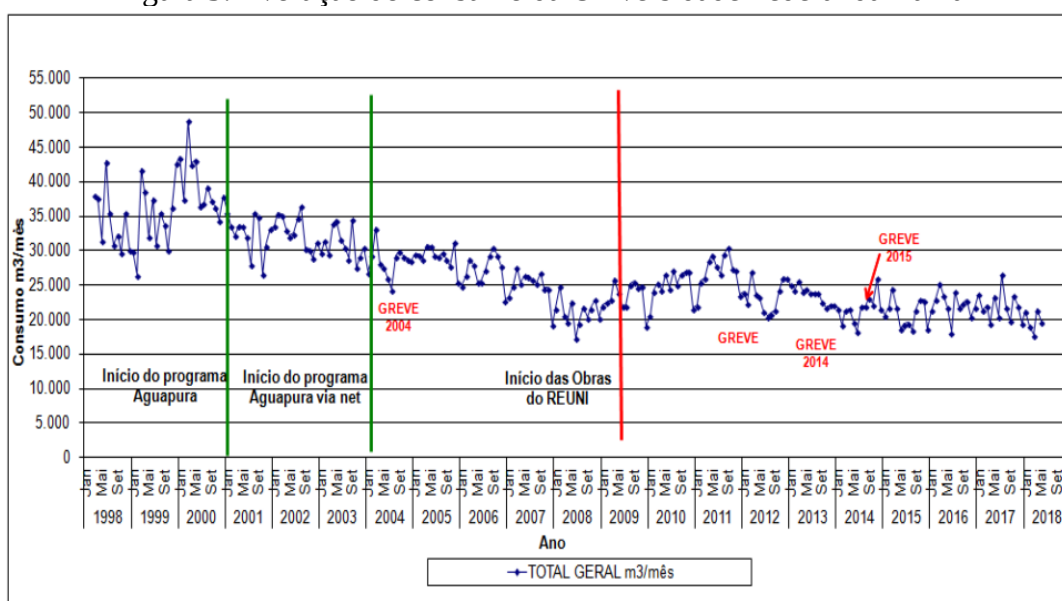
Ainda segundo Nakagawa (2009), em 2005, foi criado um sistema informatizado, denominado de ÁGUAPURA Via Net, para se inserir as informações recolhidas nos

hidrômetros nessa plataforma virtual, facilitando o controle do consumo da água na instituição.

A metodologia do programa envolve etapas como o monitoramento e controle diário do consumo (em cada prédio há um funcionário encarregado da leitura do hidrômetro e do registro desta no AGUAPURA Vianet, todos os dias, na mesma hora), supervisão e interpretação dos dados (realizada por um grupo de estudantes bolsistas cadastrados no programa de inclusão social), manutenção preventiva e correção de vazamentos (tanto por meio de identificação de consumos anormais pelo sistema ViaNet, como através de trabalhos de manutenção nas instalações hidrossanitárias, que incluem varreduras programadas para detecção e eliminação de perdas visíveis e não visíveis), além da mobilização e comunicação do programa com a comunidade (permitindo aos usuários registrar informações relevantes para o consumo no sistema) (MARINHO; FREIRE; KIPERSTOK, 2019).

Cazaes *et al.* (2019) expõe em sua pesquisa os impactos significativos do programa na UFBA, demonstrando que mesmo a universidade tendo passado pelo maior período de crescimento de suas instalações, entre 2009 e 2012, devido ao Programa de Expansão das Universidades Federais (REUNI), a instituição conseguiu reduzir seu consumo de água de $36.384 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ (consumo médio de água antes da implantação do ÁGUAPURA) para valores inferiores a $20.000 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ em 2018 (Figura 3).

Figura 3: Evolução do consumo da Universidade Federal da Bahia



Fonte: AGUAPURA (2018).

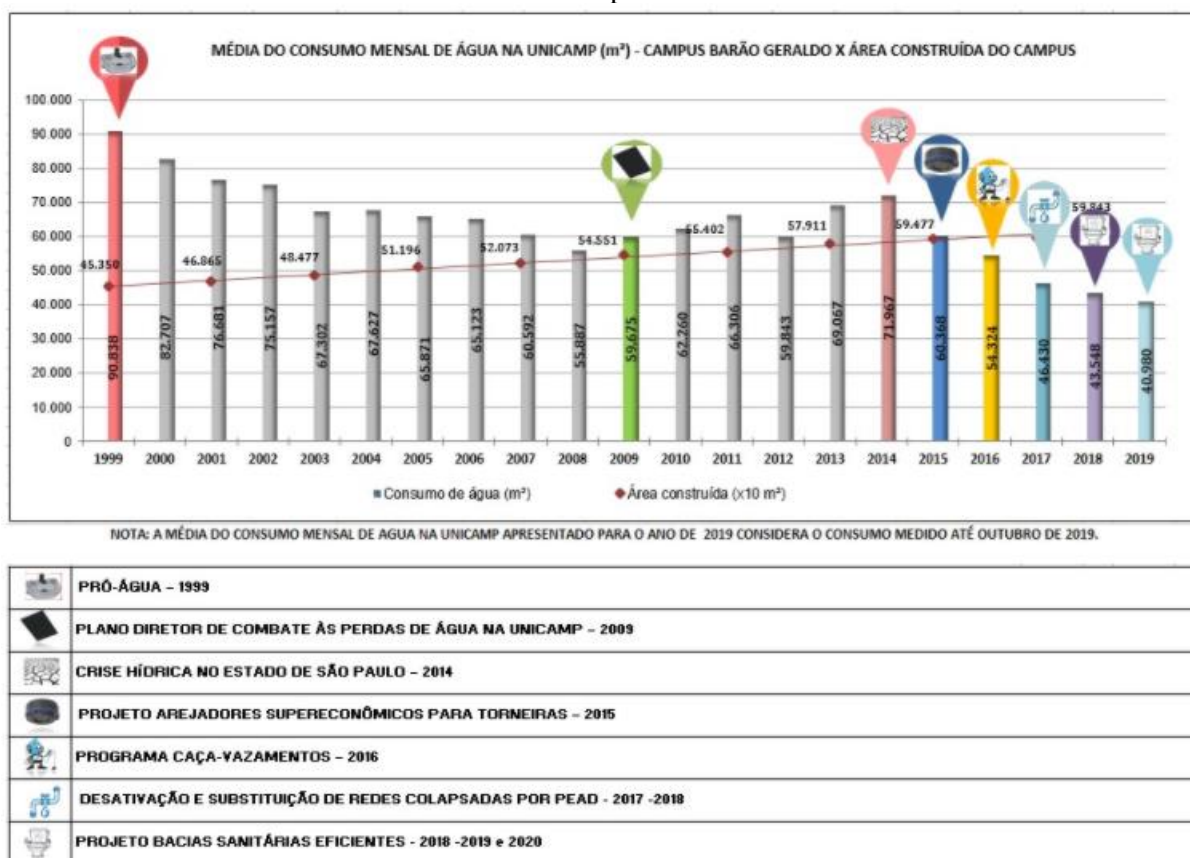
3.4.4. Universidade Estadual de Campinas (Pró-Água Unicamp, Plano de Contingência e Programa Caça Vazamentos)

O programa Pró-Água teve sua criação pela Faculdade de Engenharia Civil (FEC), em 1999. Segundo Cruz (2001), o consumo médio mensal do câmpus como um todo, no ano de 1998, antes do Pró-Água, estava na faixa de 98 mil a 100 mil m³, em 2001, após as intervenções do programa, este número havia reduzido para 80 mil m³. De acordo com o autor, o Pró-Água é dividido em duas fases:

- fase 1: diagnóstico do sistema, com detecção e conserto de vazamentos nos pontos de consumo de água, além da instalação de equipamentos poupadores como torneiras com válvula de acionamento hidromecânico nos banheiros e mictórios individuais com válvulas economizadoras;
- fase 2: implantação de micromedição do consumo de água nos edifícios, como sistema de gestão predial no câmpus, através de leitura remota com hidrômetros eletrônicos. A leitura é armazenada em um banco de dados, possibilitando a observação do histórico de consumo de água no câmpus.

Na Figura 4 é apresentada a média do consumo mensal de água na UNICAMP desde antes da implantação do projeto Pró-Água, as principais ações realizadas para redução do consumo, até o ano de 2018, e a comparação com a área construída do câmpus Barão Geraldo. De acordo com a Figura 4, há um aumento da área construída do câmpus e consequentemente um aumento da população, porém, mesmo assim, a tendência para redução no consumo de água se mantém.

Figura 4: Consumo de água na Universidade Estadual de Campinas versus área construída no câmpus



Fonte: UNICAMP (2020).

3.5. Equipamentos laboratoriais consumidores de água

Como observado, várias instituições de ensino superior implantaram com sucesso iniciativas para minimização do desperdício de água. Um grande desafio para as universidades são os ambientes laboratoriais, que no geral são grandes consumidores de água dentro das instituições.

Nos laboratórios a água é utilizada para diversos fins, e em especial para a preparação de análises é necessário que ela seja destilada. Segundo *Morais et al. (2018)* a água é o solvente mais utilizado para análises químicas e, para isso, deve possuir a pureza adequada para o preparo das soluções. A forma mais simples de adquirir essa pureza é destilando-a.

A destilação da água se dá por meio de procedimentos físicos e, por isso, esse processo se enquadra como industrial, que é o segundo maior processo responsável pelo consumo de água disponível mundialmente (NASCIMENTO; LUCENA; FREIRE, 2019). E justamente por isso, esses locais tornam-se um dos principais responsáveis pelos elevados

índices de consumo de água nos laboratórios, em decorrência do resfriamento de unidades de destilação de água (CARLI *et al.*, 2013).

3.5.1. Destilador de água

Segundo Silva (2014), em um destilador tipo Pilsen, durante o processo de destilação, a água entra no aparelho e, logo em seguida, passa por uma resistência, localizada na caldeira, com o objetivo de aquecê-la até uma temperatura de 100 °C e transformá-la em vapor. Esse vapor, isento de sais minerais, é condensado por meio de um fluxo de água fria que passa de forma constante pelo aparelho.

Em decorrência do alto consumo de água para refrigeração do equipamento durante a etapa de condensação de vapores, esse processo tem um elevado custo energético. A água proveniente dessa refrigeração se torna resíduo gerado pelo processo, e poderia ser reaproveitada, porém em diversos locais é descartada. Alguns laboratórios, como o Laboratório de Análises de Solo (LAS) do Instituto Federal do Mato Grosso, câmpus Bambuí, gastam em média 50 L de água destilada por dia e toda a água utilizada no resfriamento para o processo de destilação é descartada para o esgoto, totalizando cerca de 2.500 L de água diariamente (50 L de água para refrigerar a destilação de 1 L) (MORAIS *et al.*, 2018).

Na Tabela 1 pode-se observar o consumo médio de água por litro de destilação para alguns modelos de destilador.

Tabela 1: Consumo de água por destiladores

Marca	Modelo	Consumo de água (L.h ⁻¹)	Fonte
Quimis	341.25	200	Adaptado de Quimis (2014)
Tecnal	TE-2755	50	Adaptado de Tecnal (2014)
Marte	MB 1005	80	Adaptado de Marte (2014)
Marconi	MA 225/1	54	Adaptado de Marconi (2016)
Solab	SL72	19	Adaptado de Solab (s.d.)
Solab	SL71	100	Adaptado de Solab (s.d.)

3.5.2. Destilador de nitrogênio

Na etapa da destilação o objetivo é “transformar o nitrogênio presente na solução na forma de sulfato de amônio (NH₄⁺) para NH₃ gasoso. Com adição de NaOH concentrado e

com o aquecimento, ocorre a liberação da amônia que é separada da mistura por destilação” (MAPA, 2013). Para o funcionamento do aparelho, é necessária a entrada de água para refrigeração, constituindo seu principal consumo hídrico.

Carli *et al.* (2013) destacam em sua pesquisa a diferença entre a água descartada para fins de resfriamento entre os destiladores de água e nitrogênio nos laboratórios da Universidade de Caxias do Sul. Os autores apontam que 21 destiladores de água geram $107 \text{ m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}$ de resíduo para resfriamento, enquanto apenas 2 destiladores de nitrogênio descartam $43,20 \text{ m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}$.

3.5.3. Osmose reversa

WEF (2006) afirma que se colocadas duas soluções com concentrações diferentes separadas por uma membrana semipermeável, a velocidade de migração do meio hipotônico (menos concentrado) para o meio hipertônico (mais concentrado) ocasionaria um desnível entre as soluções chamado de pressão osmótica. Porém, o transporte da água no sentido inverso equivale a diminuir ainda mais a concentração do soluto no meio aquoso. Assim, o processo, denominado de osmose reversa, ajudaria a purificar as soluções.

O tratamento de água por osmose reversa se dá pela passagem forçada da água limpa por meio de uma membrana semipermeável que reterá as substâncias e elementos (íons e sais) presentes no meio, tornando-a mais pura (GLATER, 1998). Ao contrário do destilador de água e de nitrogênio, a etapa de resfriamento do equipamento é inexistente, diminuindo consideravelmente a quantidade de água descartada.

3.6. Planejamento e promoção de cenários para o uso racional da água

Durante o planejamento de ações que visem o uso racional da água é importante utilizar ferramentas que facilitem a análise de dados para, assim, considerar todas as particularidades identificadas no levantamento das informações e, então, recomendar ações que reduzam o consumo de água a serem tomadas a curto, médio e longo prazo. Portanto, nos itens 3.6.1 a 3.6.3 são apresentados conceitos das ferramentas que embasaram esta pesquisa.

3.6.1. Utilização de sistema de informações geográficas

De acordo com Gautério e Sartório (2020), conjuntos de técnicas que colem e manipulem dados georreferenciados são considerados como geotecnológicos, como a cartografia ambiental (mapeamentos temáticos), sensoriamento remoto (obtenção de dados) e o sistema de informações geográficas (integração e processamento de banco de dados em ambientes). De acordo com os autores, essas tecnologias permitem a compreensão rápida e eficaz de sistemas naturais, ambientais e sociais através da elaboração de mapas temáticos, com distribuição especial geográfica dos fenômenos, em prazos de tempo cada vez mais curtos e precisões cada vez maiores.

No mercado existem vários *softwares* de informações geográficas, e um deles é o QGIS. Um *software* livre, de código-fonte aberto e de uso gratuito, incubado pela *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) e fomentado por desenvolvedores voluntários que correntemente lançam atualizações e correções para os problemas verificados no aplicativo. É utilizado em ambientes acadêmicos e profissionais, e se caracteriza por oferecer um número crescente de recursos nativos e “*plugins*” e suportar uma ampla gama de formatos geoespaciais, tais como vetores, *rasters* e bases de dados (BRUNO, 2017).

Atualmente o QGIS vem sendo amplamente utilizado para a produção de mapas por gerá-los através de dados espaciais, que podem ser matriciais (fotografias aéreas e imagens capturadas por satélites) ou vetoriais (coordenadas adquiridas pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS) e bases cartográficas disponibilizadas nos sites oficiais do governo brasileiro) (SANTOS, 2019).

A utilização de mapas temáticos para a representação de aspectos observados em um meio, despertam no ser humano a capacidade de pensar sobre suas atitudes em relação ao espaço que está inserido, e assim, mapas cartográficos que evidenciem informações ambientais servem como subsídios para uma conscientização ambiental (GAUTÉRIO; SARTÓRIO, 2020).

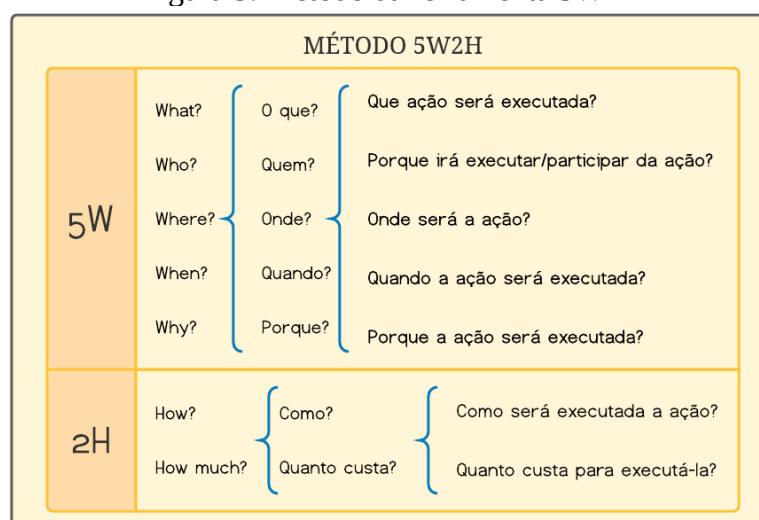
3.6.2. Método 5W2H

Com o intuito de colocar em prática decisões simples e cotidianas de uma empresa, a ferramenta 5W2H foi desenvolvida no Japão por profissionais da indústria automobilística, podendo ser útil tanto sozinha, quanto atrelada a outras ferramentas para compor um plano de ação que envolva várias decisões (SILVA *et al.*, 2013; NAKAGAWA, 2014).

O objetivo do método 5W2H é direcionar a discussão sobre um problema em um único foco, evitando a dispersão das ideias, e pode ser aplicado em duas análises distintas: (a) na verificação da ocorrência de um problema e (b) na elaboração de um plano de ação (COLETTI; BONDUELLE; IWAKIRI, 2010).

Para Candeloro (2008), a ferramenta se trata de uma espécie de *checklist* que garante que uma operação seja conduzida sem nenhuma dúvida pelos gestores e colaboradores. Para definir as ações, é necessário desenvolver uma tabela aplicando os 7 termos do 5W2H, que são dispostos como perguntas, como mostrado na Figura 5.

Figura 5: Método da ferramenta 5W2H



Fonte: Adaptado de Candeloro (2008).

Lisbôa e Godoy (2012) utilizaram o método para identificar situações da cadeia produtiva de joias em uma empresa de pequeno porte, decompondo as várias fases do processo, diagnosticando o que era realizado em cada etapa, o custo, os profissionais envolvidos e sua importância para o processo propondo soluções para os problemas encontrados. Já Coletti, Bonduelle e Iwakiri (2010) classificaram e quantificaram os defeitos recorrentes em produção de pisos de madeira do tipo lamelas, e através do método 5W2H e outras ferramentas de qualidade buscou as causas, propôs soluções e melhorias para o processo.

Carlesso e Tavares (2014) analisaram a aplicação de ferramentas da qualidade, dentre elas a matriz 5W2H, para otimização dos processos gerenciais em um laboratório de análises clínicas e concluem que as ferramentas permitiram a melhor visualização dos problemas, facilitaram a busca de ações corretivas e preventivas, além de entregar confiabilidade ao processo.

Ao decorrer do tempo o método deixou de ser aplicado apenas na indústria, e passou a se difundir em outros segmentos, como na área ambiental. A pesquisa de Ventura e Suquizaqui (2020), por exemplo, relata as dificuldades operacionais encontradas para realização do consórcio público entre municípios de pequeno e médio porte como um dos instrumentos para universalização dos serviços de gestão de resíduos sólidos urbanos, trazendo a matriz 5W2H como uma ferramenta capaz de realizar a avaliação dos consórcios intermunicipais e de definir um plano de ação de atividades.

3.6.3. Matriz GUT (gravidade, urgência e tendência)

Para uma análise com inúmeras variáveis advindas das respostas dadas na metodologia 5W2H é necessário a utilização de ferramenta que torne a tomada de decisão mais adequada quanto ao grau de emergência a que determinada tarefa está sujeita. Neste contexto a matriz GUT (gravidade, urgência e tendência) é uma das opções a ser utilizada, proposta por Kepner e Tregoe (1981) para a resolução de complexos problemas envolvendo processos nas indústrias japonesas e americanas, se tornando posteriormente uma metodologia aplicada em diversos setores como hospitalar, construção civil, indústria automotiva entre outros.

A matriz GUT é comumente utilizada durante a criação de estratégias e plano de ações de forma simples e objetiva. Atribui-se notas entre 1 e 5 (de menor para maior intensidade) para as variáveis de gravidade, urgência e tendência, e depois realiza-se a multiplicação dessas notas para cada parâmetro, dando prioridade a maior pontuação obtida, a fim de minimizar os seus impactos nos locais de aplicação da ação, a médio e longo prazo (MARSHALL JUNIOR *et al.*, 2008; TRUCOLO *et al.*, 2016; PESTANA *et al.*, 2016; FÁVERI; SILVA, 2016).

Periard (2011) define os parâmetros da matriz GUT como no Quadro 1, e afirma que, para elaborá-la, é necessário a realização de uma listagem dos problemas existentes, para que estes sejam avaliados de forma individual e assim, atribuir sua pontuação, a partir dos critérios apresentados no Quadro 2.

Quadro 1: Definição dos parâmetros da matriz GUT*

VARIÁVEL	DEFINIÇÃO
G - Gravidade	Representa o impacto do problema caso ele venha a ocorrer. É analisado sobre alguns aspectos, como: tarefas, pessoas, resultados, processos, organizações etc. Verificam-se seus efeitos a médio e longo prazo, caso o problema em questão não seja resolvido.
U - Urgência	Representa o prazo, o tempo disponível ou necessário para resolver determinado problema. Quanto maior a urgência, menor será o tempo disponível para resolver esse problema. Recomenda-se que se responda a seguinte pergunta: a resolução deste problema pode esperar ou deve ser realizada imediatamente?
T - Tendência	Representa o potencial de crescimento do problema, a probabilidade de o problema se tornar maior com o passar do tempo. É a avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema. Recomenda-se fazer a seguinte pergunta: se eu não resolver esse problema agora, ele vai piorar pouco a pouco ou vai piorar bruscamente?

*GUT (gravidade, urgência e tendência)

Fonte: Adaptado de Periard (2011).

Quadro 2: Critérios de pontuação da matriz GUT*

NOTA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
4	Muito Grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar rapidamente

*GUT (gravidade, urgência e tendência)

Fonte: Adaptado de Periard (2011).

Cada pontuação dos problemas ou ações a serem analisados nos casos de gravidade, urgência e tendência é atribuído de forma subjetiva, sendo possível a ocorrência de análises diferentes dependendo das pessoas que a façam. Para diminuir essa subjetividade dos resultados os pesos a serem atribuídos na matriz GUT podem ter como base ferramentas SIG para análise espacial dos dados, tornando as respostas mais precisas conforme a análise crítica dos mapas.

4. METODOLOGIA

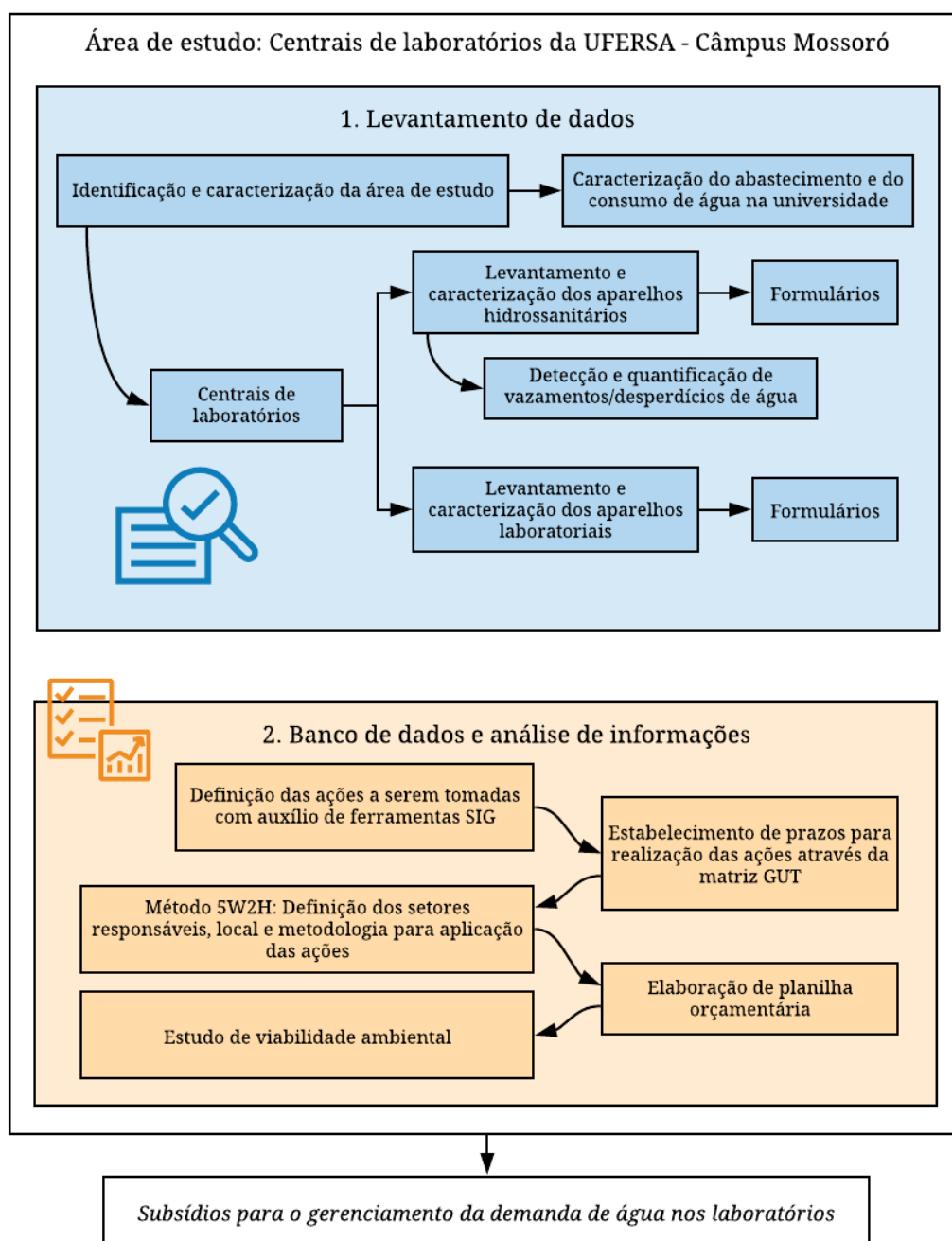
A metodologia do estudo teve a natureza de pesquisa aplicada, afim de gerar conhecimentos de aplicação prática para problemas específicos. O método de abordagem científica é o hipotético-dedutivo, pois a pesquisa se iniciou com a formulação do problema sobre a falta de gerenciamento da água em laboratórios, e seguiu-se com a formulação das hipóteses e o processo de prognóstico destas, para serem comprovadas a partir de simulações (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Foi utilizado o método de procedimento observacional e levantamento em campo para detectar problemas já existentes nas centrais de laboratórios. De acordo com o objetivo da pesquisa, esta possui caráter exploratório, por ser um estudo de caso com fins em proporcionar maiores informações sobre o gerenciamento de água nos laboratórios, e descritivo, por possuir aplicação de formulários para coletar os dados sem interferir nestes (PRODANOV; FREITAS, 2013).

E sob o ponto de vista de abordagem do problema, classifica-se a pesquisa como quali-quantitativa, pois considerou-se durante o levantamento de informações tudo que pode ser quantificável, mas também a interpretação dos fenômenos ocasionados pelos os usuários dos equipamentos laboratoriais ou instalações hidrossanitárias (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Esta pesquisa foi estruturada em duas etapas metodológicas principais (Figura 6): 1) levantamento de dados e 2) criação do banco de dados, análise com ferramenta SIG e utilização do método 5W2H e matriz GUT.

Figura 6: Fluxograma da metodologia de pesquisa



Fonte: Autoria própria (2020).

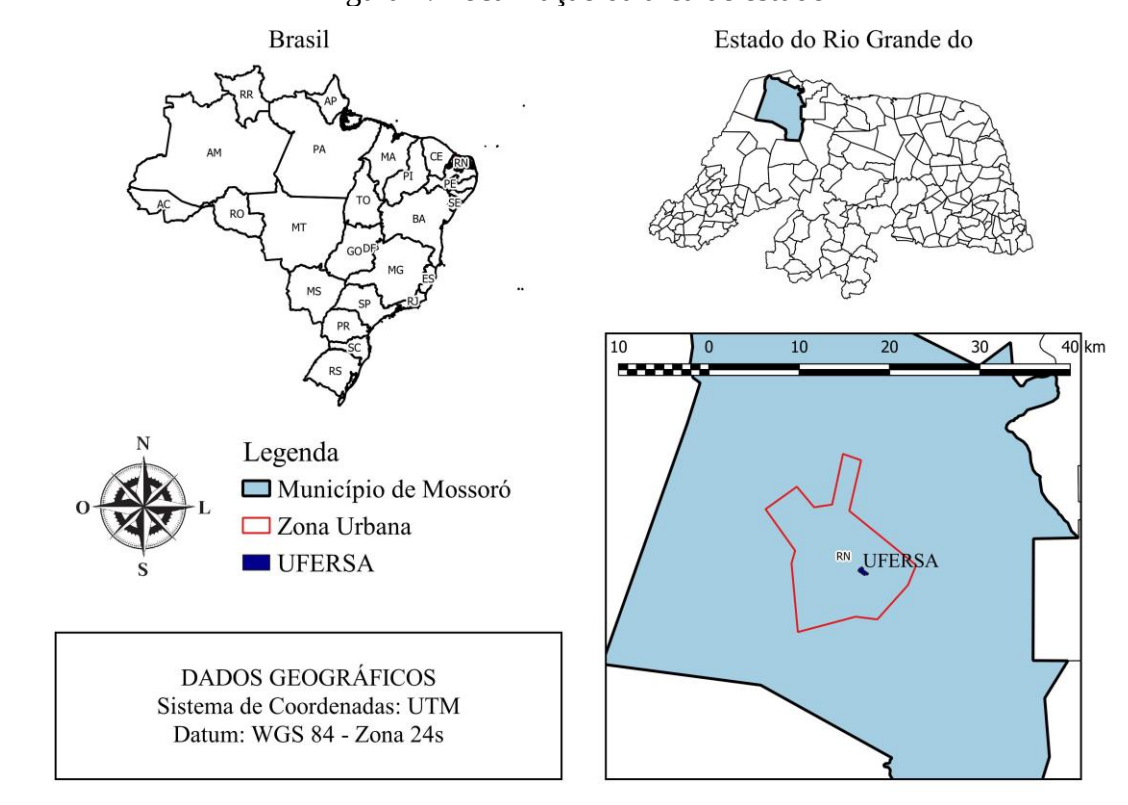
4.1. Levantamento de dados

4.1.1. Identificação e caracterização da área de estudo

O estado do Rio Grande do Norte (RN), situado no extremo Nordeste brasileiro, refere-se à uma área de 52.809,602 km², ocupando a 22^a posição em termos de extensão

territorial, distribuídos em 167 municípios (IBGE, 2019). Dentre estes encontra-se o município de Mossoró, local de funcionamento do câmpus central da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA (Figura 7), onde ocorreu a realização do estudo.

Figura 7: Localização da área de estudo



Fonte: Acervo da pesquisa (2020).

O município possui uma população estimada em 300.618 habitantes (IBGE, 2020) e uma extensão territorial de 2.099,334 km², sendo, portanto, a maior de seu estado (IBGE, 2019). O clima quente e semiárido, com temperatura média anual de 27 °C, com mínima de 21°C e máxima de 36°C, favorece a predominância do bioma da caatinga, encontrada exclusivamente no território brasileiro, adapta a baixa oferta de água. No município a precipitação média anual é de aproximadamente 700 mm distribuídas entre um período chuvoso de fevereiro a abril (IDEMA, 2008).

O câmpus universitário de Mossoró é uma das 4 instituições de ensino superior pertencente à UFRSA. Surgiu a partir da transformação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), fundada em 18 de abril de 1967, em UFRSA por meio da Lei nº 11.155, em 29 de julho de 2005. Os demais *campi* pertencentes à instituição estão localizados nos municípios de Angicos, Caraúbas e Pau dos Ferros (UFRSA, 2014).

No ano de 2005 a unidade sede, em Mossoró, oferecia 10 cursos de graduação e 5 cursos de pós-graduação, estando em processo de crescimento contínuo. Atualmente, a universidade possui 4 *campi* e conta com 47 cursos de graduação (10.585 alunos) e 28 cursos de pós-graduação (717 alunos) (UFERSA, 2019).

4.1.2. Caracterização do abastecimento e do consumo de água na universidade

A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) é responsável por abastecer 93% dos municípios do estado. O abastecimento de água é composto por duas fontes, uma superficial e outra subterrânea, sendo 51% proveniente de mananciais superficiais, 46% de águas subterrâneas e 3% de forma mista (ANA, 2010).

O município de Mossoró conta com as duas fontes de abastecimento. A primeira, superficial, é realizada pela adutora Jerônimo Rosado, por meio da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, correspondendo a 30% do abastecimento. Os demais 70% são decorrentes do abastecimento subterrâneo advindo dos 17 poços distribuídos no território do município (CAERN, 2018). Assim como em grande parte do Nordeste, em Mossoró o abastecimento subterrâneo é imprescindível no combate à seca, reduzindo os problemas advindos com a falta de água superficial.

Desde 2009 a UFERSA, câmpus Mossoró, estabeleceu o Termo de Cooperação nº 2/2009 com a CAERN, firmando uma parceria na qual o abastecimento da universidade será de responsabilidade da companhia. Neste termo, constitui-se como uma das obrigações da universidade a contratação e pagamento das despesas de perfuração de um poço tubular profundo, no valor estimado de 1,3 milhão de reais. Quanto à CAERN, se enquadra a responsabilidade pela operação e manutenção preventiva e corretiva do poço, além do abastecimento em vazão contínua de $30 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ à universidade, durante o período de 20 anos, a partir de 3 de agosto de 2009 de acordo com o Termo de Cooperação nº 02/2009 (VALE, 2019).

4.1.3. Centrais de laboratórios

O câmpus da UFERSA em Mossoró possui 37 centrais de laboratórios e 154 salas de laboratórios, objeto de estudo deste trabalho (Figura 8).

Figura 8: Centrais de laboratórios distribuídas no câmpus Mossoró da UFRSA



Fonte: Autoria própria (2020).

4.1.3.1. Caracterização dos equipamentos laboratoriais

O levantamento e caracterização dos aparelhos laboratoriais de alto consumo de água foi realizado por meio da aplicação de um formulário que continham informações de marca, modelo, tempo e frequência de utilização dos aparelhos, como também dados técnicos informados pelos fabricantes (Apêndice A). Os equipamentos de alto consumo hídrico em funcionamento nos laboratórios estudados compreendem os destiladores de água, destiladores de nitrogênio, purificadores do tipo osmose reversa e destiladores de óleos essenciais. Desta forma, a quantificação de volume de água residuária desperdiçada por processos de destilação, se deram para essas tipologias de aparelho.

Para cada uma das marcas de destiladores existentes na universidade, foi quantificado o volume de água descartado para um litro de água destilada, visto que, em maior número, a água descartada do aparelho é oriunda do resfriamento do próprio equipamento. O volume de água residuária foi quantificado utilizando recipientes volumétricos com capacidade de 7 L, cronômetro e preenchimento de formulário (Apêndice B) para coleta de informações.

4.1.3.2. Caracterização dos aparelhos hidrossanitários

No intuito de caracterizar e levantar os pontos de consumo de água na universidade foram realizadas coletas de dados *in loco* dos aparelhos hidrossanitários em 24 centrais de laboratórios. Utilizando-se de formulário de pesquisa (Apêndice A para aparelhos hidrossanitários dentro de salas de laboratório e Apêndice C para aparelhos hidrossanitários de copas e banheiros), obtiveram-se informações relevantes como marcas dos aparelhos e quantitativo de vazamentos, criando-se um banco de dados com essas informações.

A contabilização dos vazamentos dos aparelhos hidrossanitários ocorreu nos banheiros, copas e salas de laboratório das edificações, sendo coletadas informações por meio de inspeções visuais de torneiras, bacias sanitárias, duchas, chuveiros e mictórios. A partir de tais informações foi possível estimar o volume de água desperdiçada pelos vazamentos visíveis dos aparelhos hidrossanitários, utilizando os valores médios propostos por Gonçalves *et al.* (2005) apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Valores médios do desperdício de volume de água de aparelhos sanitários

Aparelho hidrossanitário	Tipos de vazamento	Perda estimada
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento ¹ Gotejamento médio ² Gotejamento rápido ³ Gotejamento muito rápido ⁴ Filete ϕ 2mm Filete ϕ 4mm	6 a 10 L.dia ⁻¹ 10 a 20 L.dia ⁻¹ 20 a 32 L.dia ⁻¹ >32 L.dia ⁻¹ >144 L.dia ⁻¹ >333 L.dia ⁻¹
	Filetes visíveis Vazamento no flexível Vazamento no registro	144 L.dia ⁻¹ 0,86 L.dia ⁻¹ 0,86 L.dia ⁻¹
Bacia sanitária	Filetes visíveis Vazamento no tubo de alimentação da louça Válvula disparada quando acionada	144 L.dia ⁻¹ 144 L.dia ⁻¹ 40,8 L ⁵
Chuveiro	Vazamento no registro Vazamento no tubo de alimentação junto da parede	0,86 L.dia ⁻¹ 0,86 L.dia ⁻¹

¹Até 40 gotas.min⁻¹. ²Entre 40 e 80 gotas.min⁻¹. ³Entre 80 e 120 gotas.min⁻¹. ⁴Acima de 120 gotas.min⁻¹.

⁵Supondo a válvula aberta por um período de 30 s, a uma vazão de 1,6 L.s⁻¹.

Fonte: Gonçalves *et al.* (2005).

Houve também a quantificação do volume de água desperdiçada por vazamentos não visíveis nos mictórios e bacias sanitárias utilizando o teste da caneta hidrossolúvel

proposto por Fujimoto, Nunes e Ilha (2002). O teste em questão foi realizado com tempo mínimo de 30 minutos após a última utilização da bacia sanitária ou do mictório, pois um percentual de água do acionamento normalmente fica retida na tubulação de alimentação ou na argola, podendo escoar para dentro do aparelho neste intervalo de tempo, deturpando desta forma os resultados.

4.2. Banco de dados e análise de informações com ferramenta SIG

4.2.1. Panorama do desperdício de água nas centrais de laboratórios fundamentados na utilização de SIG

A partir do estudo realizado na etapa anterior, acerca dos aparelhos laboratoriais e hidrossanitários, foi possível alimentar um banco de dados, localizando e caracterizando todos os pontos de consumo de água das centrais de laboratórios. O banco de dados foi construído no *software* QGIS 3.10.6, um sistema de informações geográficas gratuito, permitindo a análise gráfica dessas informações através de mapas temáticos.

Inicialmente, utilizando o plugin *QuickMapServices*, com a extensão *Google Satellite*, inseriu-se uma imagem satélite do câmpus UFERSA em estudo e, assim, foi permitido localizar geograficamente os pontos de consumo de água e as centrais de laboratório da universidade através de pontos e polígonos. Esses elementos geométricos foram transformados em um arquivo *shapefile*, onde permite-se atribuir informações sobre suas características. Nesta pesquisa, por exemplo, foram incluídos dados sobre quantidade de torneiras e quantas possuem arejadores.

Com o banco de dados finalizado com a imagem satélite da UFERSA, obteve-se a distribuição espacial de informações sobre o consumo de água na universidade, bem como os pontos críticos de desperdício desse recurso, fornecendo subsídios necessários para tomada de decisões em benefício do gerenciamento da demanda de água na universidade.

4.2.2. Aplicação do Método 5W2H

No planejamento de um plano de ação elaborou-se uma estratégia de uso racional da água, considerando todos os equipamentos estudados durante a fase de levantamento em campo, dentre estes, os aparelhos laboratoriais e hidrossanitários instalados nas edificações.

As ações propostas serão majoritariamente regidas por alternativas tecnológicas, ocasionando uma intervenção na estrutura física das edificações e proporcionando a redução do consumo hídrico de forma independente do perfil do usuário, bem como a correção de vazamentos.

O plano de ação foi fundamentado no método 5W2H. As ações (*What?*) propostas por meio deste estudo foram definidas a partir da análise dos mapas temáticos gerados pelo *software* QGIS, bem como suas justificativas (*Why?*) e os locais (*Where?*) onde deverão ser aplicadas, pois foi com o auxílio da ferramenta SIG que as informações sobre o desperdício de água foram analisadas. As respostas sobre quem (*Who?*) e como (*How?*) deverão ser executadas as ações foram fornecidas pela Superintendência de Infraestrutura (SIN) da UFERSA. As prioridades (*When?*) para realização das ações foram determinadas através da matriz GUT (gravidade, urgência e tendência). Enquanto o custo (*How much?*) dessas ações foi definido através de planilha orçamentária.

4.2.3. Aplicação da Matriz GUT

No estudo em questão, utilizou-se a matriz GUT para identificar os locais de prioridade de aplicação das ações referentes a resolução dos problemas dos equipamentos laboratoriais. Definiu-se os parâmetros de gravidade, urgência e tendência, como sendo:

- gravidade: definida pelo consumo unitário de água pelos equipamentos laboratoriais, de acordo com análise de dados do QGIS, gerando 5 intervalos para o volume de desperdício. Quando maior o volume de resíduo de água gerado pelo equipamento para destilar 1 litro de água, mais grave será a situação;
- urgência: definida pelo desperdício mensal de água, de acordo com análise de dados do QGIS, que resultou em 5 intervalos iguais para os volumes encontrados de acordo com o levantamento de dados. Quanto maior o volume desperdiçado, mais urgente será a aplicabilidade das medidas de intervenções;
- tendência: definida a partir da frequência de uso dos equipamentos, pois quanto maior a frequência de utilização, maior é a tendência de geração de resíduo de água. As respostas dos questionários aplicados aos técnicos determinaram os 5 intervalos iguais para as frequências encontradas.

Enquanto para os aparelhos hidrossanitários, a matriz GUT foi utilizada na definição de prioridade das ações referentes a resolução dos problemas identificados em todos as centrais de laboratório, sendo os parâmetros de gravidade, urgência e tendência:

- gravidade: determinada a partir do Quadro 3, e tendo como parâmetro o volume médio de água desperdiçado por tipo de aparelho hidrossanitário (bacias sanitárias, chuveiros, duchas higiênicas, torneiras e mictórios). Quanto maior o valor médio de desperdício do aparelho, maior será o peso;
- urgência: determinada por tipo de aparelho hidrossanitário e volume total de água desperdiçado decorrente de vazamentos no câmpus. A análise de dados do QGIS definirá qual tipo de aparelho hidrossanitário apresenta mais vazamentos na universidade e receberá maior peso, e assim sucessivamente;
- Tendência: determinada a partir das ações propostas pelo método 5W2H, os pesos serão definidos a partir da urgência das medidas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O câmpus universitário da Ufersa Mossoró possui ao todo 37 centrais de laboratório. Foi possível realizar o levantamento de dados referentes aos aparelhos laboratoriais e hidrossanitários em 64,9% desses espaços, ou seja, 24 dessas centrais, entre outubro de 2019 e fevereiro de 2020.

5.1 Caracterização dos equipamentos laboratoriais

Após visita nas salas de laboratórios existentes nas centrais da universidade, foi possível caracterizar e quantificar os aparelhos laboratoriais com alto consumo de água, totalizando 49 equipamentos, sendo: 7 destiladores de água, 11 purificadores do tipo osmose reversa, 10 destiladores de nitrogênio e 1 destilador de óleos essenciais. Na Tabela 2 pode-se observar as marcas existentes.

Tabela 2: Caracterização dos equipamentos laboratoriais com alto consumo de água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró

Tipo	Descrição de modelo	Quantidade
Destilador de água	A	1
	B	1
	C	1
	D	4
	E	8
	F	4
	G	1
	H	1
	I	2
	Marca Desconhecida	4
Osmose reversa	J	1
	K	3
	L	1
	M	4
	N	1
	Marca desconhecida	1
Destilador de nitrogênio	O	2
	P	1
	Q	1
	R	2
	S	1
	Marca desconhecida	3
Destilador de óleos essenciais	Marca desconhecida	1

Fonte: Acervo da pesquisa (2020).

Nas Tabela 3 a Tabela 5 é possível observar o resultado das análises realizadas em alguns desses equipamentos, a fim de aferir o seu funcionamento e medir a quantidade de resíduo gerada durante a destilação. Também contém informações que poderão auxiliar em futuras aquisições de aparelhos de alto consumo de água, para escolhas de maior ganho econômico/sustentável junto ao Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos (SIPAC) da universidade.

Os equipamentos do tipo destiladores de água chegaram a gerar 58 vezes mais resíduos que os do tipo osmose reversa. O destilador de água “F” gerou aproximadamente 94 L de água residuária por litro de água destilada (Tabela 3), em contraposto à osmose reversa “K” com apenas 1,6 L (Tabela 4).

Essa diferença existe principalmente pela diferença nos processos de destilação, pois o tratamento de água por osmose reversa se dá pela passagem forçada da água limpa por meio de uma membrana semipermeável que reterá as substâncias e elementos (íons e sais) presentes no meio, tornando-a mais pura (GLATER, 1998). Ao contrário do destilador de água e de nitrogênio, a etapa de resfriamento do equipamento é inexistente, diminuindo consideravelmente a quantidade de água descartada.

Foi observado que para destilar uma mesma quantidade de água, o sistema de osmose reversa levou 83% menos tempo que o destilador de água, entre o purificador “N”, destilando 1 L de água em 3 minutos e 26 segundos (Tabela 3) e o destilador de água “D” necessitando de 21 minutos e 22 segundos (Tabela 4). Valores próximos foram encontrados por Moraes e Moraes (2015), que observaram que para destilar uma mesma quantidade de água, o sistema de osmose reversa levou em média 61% menos tempo que o destilador de água.

Tabela 3: Caracterização do desperdício de água proveniente de equipamento laboratorial - destilador de água

Descrição	Qnt. de equipamento	Qnt. de resíduo por litro de água destilada (L)	Tempo de destilação (min)
G	1	43,50	00:17:09
F	1	93,60	00:16:51
D	1	46,20	00:21:22
	1	35,31	00:12:37
E	1	60,40	00:15:39
	1	49,80	00:16:21

Fonte: Acervo da pesquisa (2020).

Tabela 4: Caracterização do desperdício de água proveniente de equipamento laboratorial - osmose reversa

Descrição	Qnt. de equipamento	Qnt. de resíduo por litro de água destilada (L)	Tempo de destilação (min)
K	1	1,61	00:07:59
	1	1,73	00:06:19
M	1	3,47	00:08:09
	1	2,40	00:06:25
N	1	1,94	00:03:26

Fonte: Acervo da pesquisa (2020).

Importante observar que o destilador de nitrogênio “P” (Tabela 5) descartou 34,1 L a mais de água que a média de resíduo gerado por destiladores de água (54,8 L), e 86,67 L a mais que a média de água descartada por purificadores do tipo osmose reversa (2,23 L).

Tabela 5: Caracterização do desperdício de água proveniente de equipamento laboratorial - destilador de nitrogênio

Descrição	Qnt. de equipamento	Qnt. de resíduo por litro de água destilada (L)	Tempo de destilação (min)
P	1	88,90	01:25:20

Fonte: Acervo da pesquisa (2020).

A água é o reagente mais utilizado para práticas laboratoriais, sendo um elemento essencial que contribui para o desenvolvimento e a qualidade das atividades. Sua aplicação está presente em variados processos, como: reconstituição de reagentes, diluições, soluções brancas ou padrões, preparação de soluções de enxágue e de tampões, confecção de meios de cultura, alimentação de analisadores automatizados, além da lavagem de vidrarias, sanitização e recuperação de utensílios (BRASIL, 2005).

Porém, o processo de destilação tem um elevado custo energético, em decorrência do alto consumo de água para refrigeração de equipamentos de destilação durante a etapa de condensação de vapores. A água proveniente dessa refrigeração é convertida em resíduo gerado pelo processo, e poderia ser reaproveitada, porém em diversos locais, assim como na UFERSA, onde é descartada. Alguns laboratórios, como o LAS do Instituto Federal do Mato Grosso, campus Bambuí, consomem em média 50 L de água destilada por dia. Toda a água utilizada no processo é descartada para o esgoto, totalizando cerca de 2.500 L de água diariamente (50 L de água para refrigerar a destilação de 1 L) (MORAIS *et al.*, 2018).

Nesta pesquisa, os técnicos de laboratórios foram consultados sobre a frequência de utilização dos equipamentos de destilação de água. Dessa maneira, foi possível realizar a estimativa do volume de resíduo de água que é desperdiçado por mês nos seus respectivos laboratórios.

Com 10 questionários respondidos, correspondendo a 20,4% do total de destiladores contabilizados nesta pesquisa, é desperdiçado 25.743,38 L.mês⁻¹ de água (25,7 m³.mês⁻¹) (Tabela 6) no câmpus Mossoró. Ressalta-se que uma quantidade maior de questionários respondidos foi impossibilitada em função da pandemia do COVID-19, que resultou na paralização dos trabalhos em campo.

Tabela 6: Resíduo mensal de água desperdiçado por equipamentos laboratoriais na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró

Tipo	Modelo do equipamento	Centrais de laboratório	Utilização (horas.semana⁻¹)	Volume desperdiçado (L.mês⁻¹)
Destilador de água	G	LLFQM ¹	20	12.174,93
	F	Lab. Construções Rurais	0,64	856,43
	E	Fitossanidade	8	5.976,00
	D	Engenharias II	5	2.772,00
	D	Prédio central	3	2.014,99
Osmose reversa	M	Prédio central	5	448,83
	M	CPVSA ²	7	694,00
	K	CPVSA ²	4	193,20
	K	Lab. Sementes	1	98,71
	N	Prédio central	5	514,29
TOTAL				25.743,38

¹LLFQM: Laboratório de Física, Química e Matemática; ²CPVSA: Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido.

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando que o padrão de frequência de utilização dos destiladores consultados se estende aos demais equipamentos de alto consumo de água, estima-se que os 49

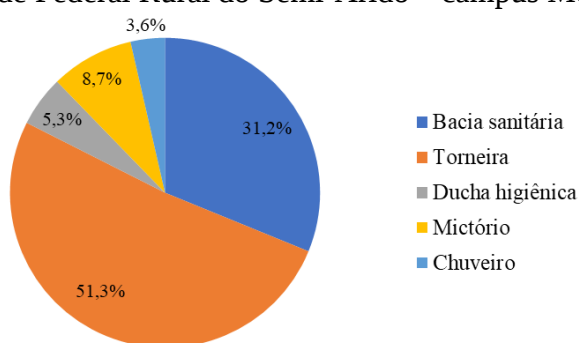
destiladores geram um desperdício superior a $126.000 \text{ L.mês}^{-1}$ de água ($126 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$) na UFERSA.

Essa estimativa é o equivalente a aproximadamente 17% do máximo consumo mensal do campus UFERSA na cidade de Pau dos Ferros em 2019. O valor é também 2,52 vezes o consumo do restaurante universitário do mesmo campus, que como mostra Costa (2020), é de $50,43 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$. De acordo com os valores de tarifa de água da autora, se a UFERSA realizasse o pagamento de consumo de água à concessionária, estaria gastando em torno de R\$ 975,41.

5.2 Caracterização dos aparelhos hidrossanitários

Por meio do levantamento e da caracterização de pontos de consumo de água, nas 24 centrais de laboratório, foram identificados um total 587 aparelhos hidrossanitários distribuídos em ambientes de salas de laboratório, banheiros e copas. Desses, 51,3% são torneiras, 31,2% bacias sanitárias, 8,7% mictórios, 5,3% duchas higiênicas e 3,6% chuveiros (Figura 9).

Figura 9: Distribuição dos aparelhos hidrossanitários das centrais de laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró



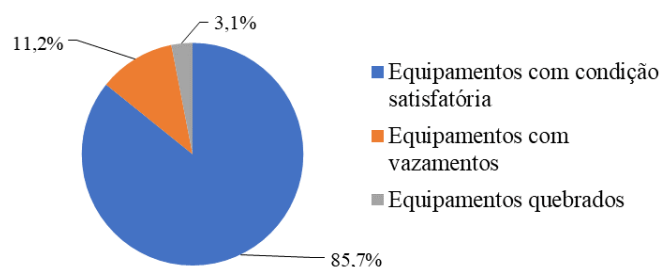
Fonte: Autoria própria (2020).

Em um estudo realizado por Araújo *et al.* (2019), em centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) câmpus Mossoró, foram contabilizados 227 pontos hidráulicos: 48,5% são bacias sanitárias, 35,7% torneiras e 15,8% mictórios. O fato, no presente estudo, de haver uma grande quantidade de torneiras quando comparado com as demais peças sanitárias está relacionada a pesquisa ser aplicada a centrais de laboratórios. Há uma necessidade de em salas de laboratórios existir uma

maior quantidade de torneiras, visto que essas são essenciais para as práticas realizadas nesses ambientes.

No que se refere às condições de funcionamento dos pontos hidráulicos, a maioria opera de maneira satisfatória, porém 11,2% apresentam algum tipo de vazamento e 3,1% estão quebrados (Figura 10).

Figura 10: Condição de operação dos aparelhos hidrossanitários identificados nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró



Fonte: Autoria própria (2020).

Da totalidade expressa na Figura 10, 14,3% corresponde a equipamentos que não se encontram em condições satisfatórias. Portanto, ineficazes em atender a função que deveriam desempenhar, seja pelo desperdício acentuado decorrente de vazamentos ou sua inutilização em virtude das condições de uso. Isso remete à importância de um programa de manutenção e acompanhamento dessas instalações e aparelhos, de modo a evitar que esses equipamentos se tornem obsoletos.

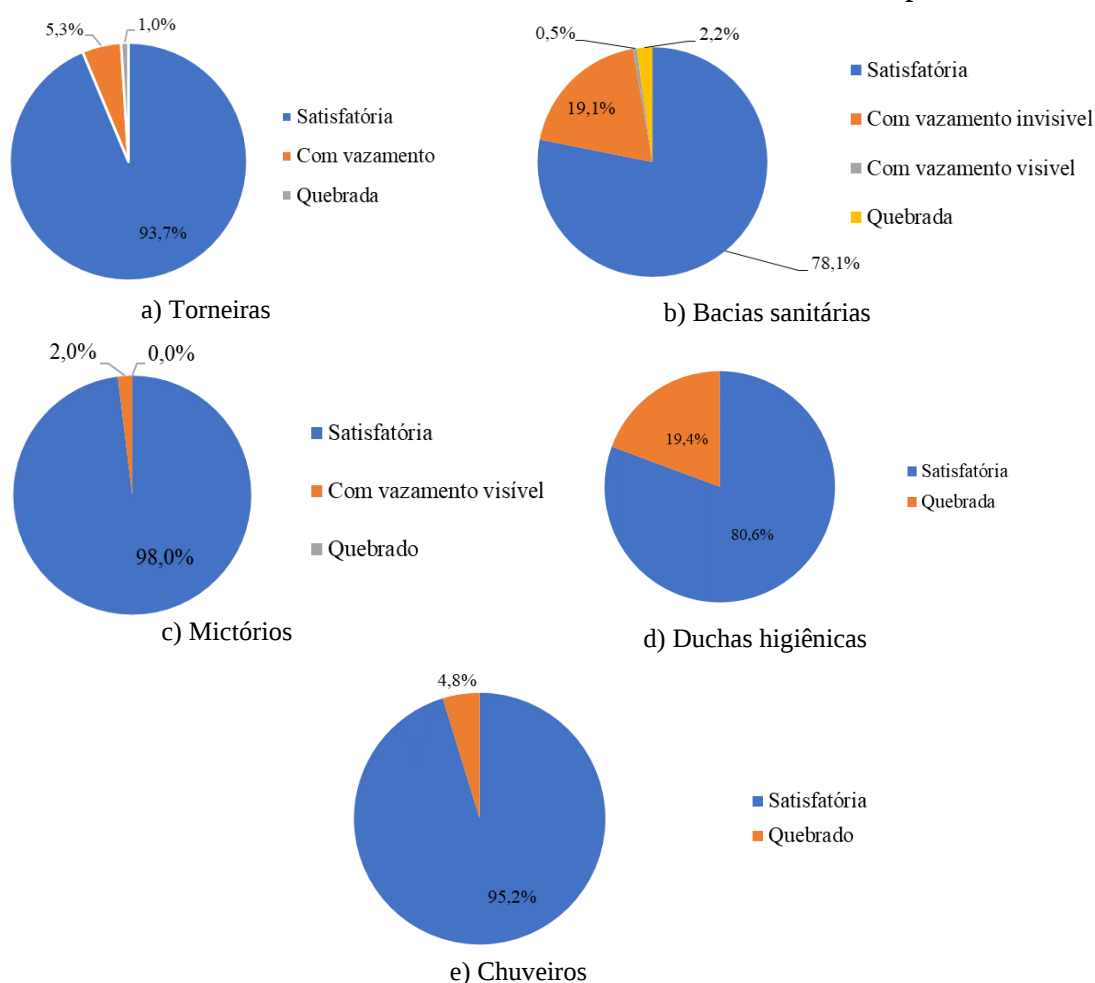
A UFERSA não conta com um programa deste tipo. A manutenção e reparo dos aparelhos hidrossanitários é de responsabilidade do setor de infraestrutura (SIN) da universidade, o qual procede com base em solicitações, por parte dos usuários ou responsáveis pela limpeza e higienização, quando detectados. Diversas vezes, essa manutenção ocorre de forma tardia, em decorrência do número elevado de solicitações, agravando a situação de um equipamento inicialmente defeituoso para um inutilizável. A fim de evitar esse cenário, a equipe de limpeza isola quaisquer aparelhos defeituosos com sacos plásticos, impossibilitando sua utilização até a realização do devido reparo ou substituição.

As torneiras representam mais da metade dos aparelhos hidrossanitários (301 unidades), com uma excelente condição de funcionamento: 93,7% apresenta condição satisfatória e apenas 5,3% estão com vazamentos e 1% quebradas (Figura 11-a). Das 183

bacias sanitárias, 78,1% apresentam desempenho satisfatório, 19,1% possuem vazamento invisível, 2,2% estão quebradas e 0,5% possuem vazamento visível (Figura 11-b).

Dos 51 mictórios, sendo 1 coletivo e os demais individuais, 98% apresentam um bom funcionamento, apenas 2% apresenta vazamento visível e nenhum aparelho está quebrado (Figura 11-c). Já as duchas higiênicas (31 unidades) e chuveiros (21 unidades) não apresentaram vazamentos, apenas aparelhos quebrados, com um percentual de 19,4% para as duchas e 4,8% para os chuveiros (Figura 11-d e Figura 11-e).

Figura 11: Condição de operação dos aparelhos hidrossanitários identificados nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró

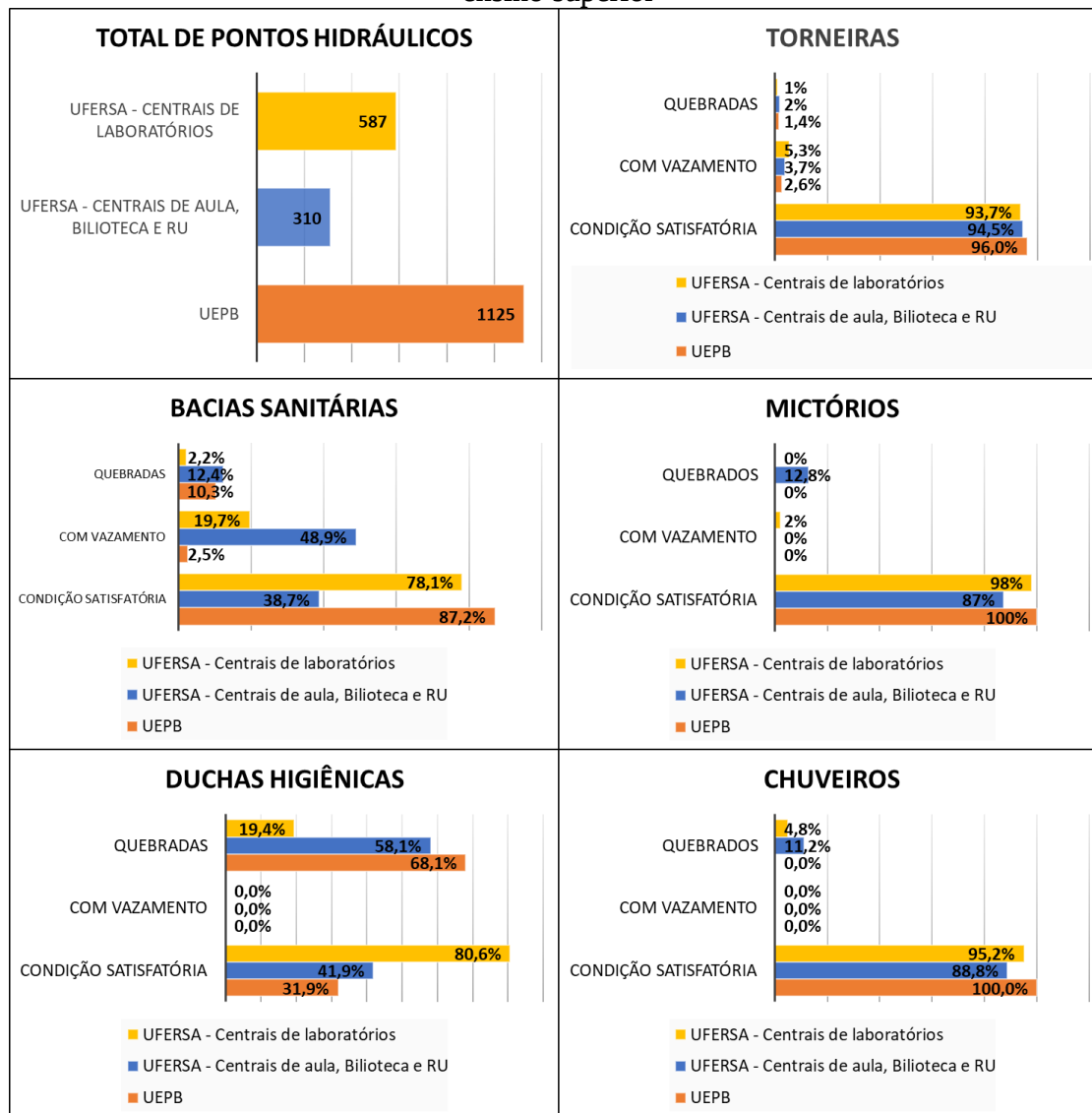


Fonte: Autoria própria (2020).

Estudos de caracterização das condições de funcionamento de aparelhos hidrossanitários em universidades foram realizados por outros autores, como Melo *et al.* (2020) nas centrais de aula, biblioteca e restaurante universitário da UFERSA câmpus Mossoró; e Araújo (2018) na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). No total, foram

identificados, 310 e 1.125 pontos hidráulicos, respectivamente. Por meio da Figura 12, são apresentados os resultados obtidos nos estudos dos autores e uma comparação com os resultados obtidos nas centrais de laboratório UFERSA.

Figura 12: Comparativo entre condições de aparelhos hidrossanitários em instituições de ensino superior



Fonte: Autoria própria (2020), adaptado de Vale (2019) e Araújo (2018).

De acordo com o Quadro 3, que informa os valores médios de volume de água desperdiçado por aparelhos hidrossanitários, e com a quantidade de vazamentos identificados pela pesquisa, é possível estimar o volume de água perdido por mês na universidade (Tabela 7), que ultrapassa 79.000 L.mês⁻¹ (79 m³.mês⁻¹).

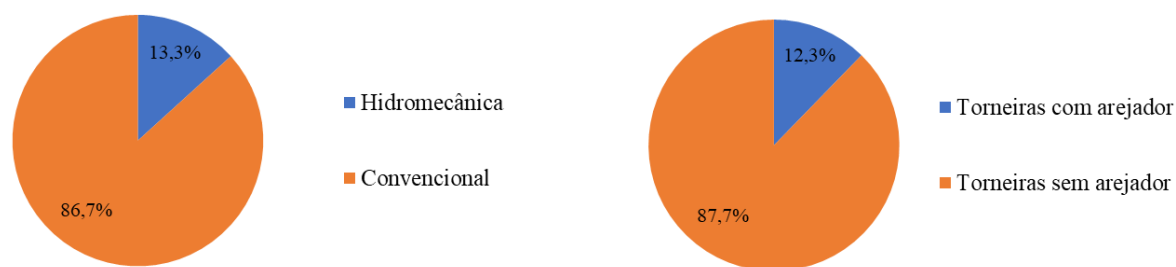
Tabela 7: Volume de água desperdiçado decorrente de vazamentos de aparelhos hidrossanitários na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró

Componentes consumidores	Consumo decorrente dos vazamentos dos aparelhos hidrossanitários	
	[L.dia ⁻¹]	[L.mês ⁻¹]
Bacias sanitárias	2.261,50	67.845,00
Torneiras	320,00	9.600,00
Mictórios	60,50	1.815,00
Duchas	0,00	0,00
Chuveiros	0,00	0,00
TOTAL	2.642,00	79.260,00

Fonte: Autoria própria (2020).

Quanto à caracterização dos aparelhos hidrossanitários quanto a presença de dispositivos poupadores de água, apenas 13,3% das torneiras possuem fechamento automático (hidromecânico), enquanto 86,7% são do tipo convencional. Além disso, poucos aparelhos contam com dispositivo poupador de água. Por exemplo, apenas 12,3% das torneiras apresentam arejadores (Figura 13).

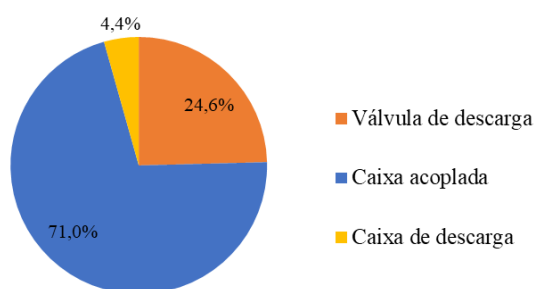
Figura 13: Tipos de torneiras identificadas nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró



Fonte: Autoria própria (2020).

Quanto aos tipos de bacias sanitárias, 71% são do tipo caixa acoplada de 6 L, 24,6% possuem válvula de descarga e 4,4% possuem caixa de descarga externa (Figura 14). Da totalidade das bacias, apenas 27,3% apresentam dispositivo poupador de água do tipo *dual flush*, distribuídos entre os acionamentos válvula de descarga e caixa acoplada de 6 L.

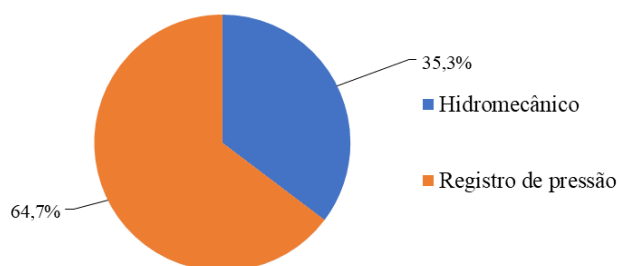
Figura 14: Tipos de acionamento das bacias sanitárias identificadas nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró



Fonte: Autoria própria (2020).

Em relação aos mictórios, 35,3% possuem acionamento de descarga hidromecânico e os outros 64,7% são do tipo convencional (Figura 15).

Figura 15: Tipos de acionamento dos mictórios identificados nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – câmpus Mossoró



Fonte: Autoria própria (2020).

De acordo com Araújo *et al.* (2019), esses aparelhos poupadores geram economias significativas de uso de água. As torneiras com sensores de presença geram uma economia de aproximadamente 20% quando comparado com às hidromecânicas; mictórios dotados de sensores economizam 40% de água por acionamento quando comparado a modelos convencionais; já as bacias sanitárias com acionamento duplo, gera uma redução de cerca de 20% do consumo em relação as convencionais, sendo essas de grande influência, tendo em vista sua solicitação por parte dos usuários e o fato destas consumirem cerca de 3 L em cada acionamento.

5.3 Subsídios para o gerenciamento da demanda de água nas centrais laboratoriais da universidade

A seleção das ações propostas neste estudo foi fundamentada em uma análise técnica da situação vigente na UFERSA através da distribuição espacial de informações sobre o consumo de água na universidade, identificando os pontos críticos de desperdício desse recurso. As ações propostas nos programas de uso racional da água em instituições de ensino superior implantados pelo PURA-USP (2019), UNICAMP (2017), Gomes (2011) e Nakagawa (2009) também auxiliaram na fundamentação dessas ações, já que apontam a viabilidade da implantação desses programas.

O Plano de Gestão de Logística Sustentável – PLS (UFERSA, 2019) sugere boas práticas sustentáveis para as temáticas: I – material de consumo, II – energia elétrica, III – água e esgoto, IV – resíduos, V – qualidade de vida no ambiente de trabalho, VI – compras e contratações sustentáveis e VII – deslocamento de pessoal.

No que se refere às práticas sustentáveis de água, algumas sugestões são: (i) implantar sistema de monitoramento do consumo de água individualizado, abrangendo edificações e estações experimentais; (ii) priorizar a aquisição e utilização de dispositivos hidráulicos que promovam o uso eficiente da água e reduzam o seu desperdício em todas as edificações da UFERSA; (iii) implantar plano para monitoramento e manutenção das instalações hidráulicas prediais e da rede de distribuição da UFERSA; (iv) priorizar a implantação de sistema de reúso de água de refrigeração de equipamentos destiladores de água e (v) promover o uso racional de água no planejamento e manutenção de áreas verdes e jardins.

Para subsidiar ações para o gerenciamento da demanda de água nas centrais de laboratório foram elaborados mapas para análise espacial dos desperdícios nos aparelhos laboratoriais e hidrossanitários. Nos mapas é apresentada a distribuição espacial de volume de água desperdiçado e caracterização dos equipamentos nas centrais de laboratórios (item 5.3.1 e 5.3.2).

5.3.1 PARTE 1: Gerenciamento da demanda das águas provenientes do processo de resfriamento de equipamentos de destilação

A partir da inserção das informações do item 4.1.3.1 dos resultados no *software* QGIS, foi traçado o panorama para o consumo de água no câmpus Mossoró gerado por meio de equipamentos de alto consumo de água. Contendo os tipos de equipamentos (Figura 16), quais desses geram maior desperdício de água para cada litro destilado (Figura 17), se os equipamentos estão em plena condição de funcionamento (Figura 18) e, para 10 deles, o volume real de desperdício de água por mês (Figura 19), apontando onde se localizam os laboratórios que mais desperdiçam água na universidade.

Foi possível observar com a Figura 17, que os destiladores que geram maiores volumes de água desperdiçados estão presentes em laboratórios mais antigos (Prédio central, Laboratório de Construções Rurais e Laboratório de Sementes e Centro de Ciências Agrárias).

Figura 16: Tipos de equipamentos de alto consumo de água



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 17: Resíduo de água gerado por destiladores para cada litro de água destilada



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 18: Condição de funcionamento dos equipamentos laboratoriais de alto consumo de água



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 19: Resíduo de água gerado por mês proveniente de destiladores



Fonte: Autoria própria (2020).

Realizada a análise espacial, feita através dos mapas de desperdício de água e caracterização dos equipamentos de alto consumo de água nas centrais de laboratórios, aplicou-se o método 5W2H para a elaboração das ações interventoras para este caso. A aplicação desse método foi realizada com o objetivo de subsidiar ações para o gerenciamento da demanda de água nas centrais de laboratório da universidade, com base nas boas práticas sustentáveis referentes a água sugeridas no seu PLS, especificamente com os itens iv (priorizar a implantação de sistema de reúso de água de refrigeração de equipamentos destiladores de água) e v (promover o uso racional de água no planejamento e manutenção de áreas verdes e jardins). No Quadro 4, foram sugeridas as ações, os responsáveis pela realização destas, os locais de intervenção e o procedimento a ser adotado.

Quadro 4: Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para implantação de ações de gerenciamento da demanda de água relacionados a equipamentos laboratoriais nas centrais de laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia
<i>What? - O que?</i>	<i>Why? - Por que?</i>	<i>Who? - Quem?</i>	<i>Where? - Onde?</i>	<i>How? - Como?</i>
Optar por destiladores do tipo Osmose Reversa, que geram menor volume de resíduo de água durante processo de destilação	Diminuir o desperdício de água por aparelhos de alto consumo de água em laboratórios	SIN ¹ - Diretoria de Projetos e Obras	Em novas edificações	A compra de novos equipamentos fica a cargo do SIPAC ⁴ , e poderá ter a escolha auxiliada pela pesquisa.
Instalar uma central de destilação por bloco de laboratórios quando a demanda por água destilada for elevada				O estudo da demanda de água destilada deve ser realizado na etapa de pré-projeto para novas edificações pela SIN.
Realizar a manutenção de áreas verdes utilizando resíduo de água proveniente de destiladores localizados próximos a essas áreas que gerem mais do que 1.000 L.mês ⁻¹ de resíduo		SIN - Diretoria de Projetos e Obras em conjunto com a equipe de irrigação	(i) Campo de futebol – LFQM ² ; (ii) Pomar - CPVSA ³ ; (iii) Paisagismo - Prédio central, Engenharias II e Fitossanidade.	O projeto de irrigação deve ser elaborado pela SIN e a irrigação das áreas verdes serão realizadas pela equipe da UFERSA que já realiza tal tarefa.
Realizar a lavagem de pisos utilizando resíduo de água proveniente de destiladores que gerem até 1.000 L.mês ⁻¹		SIN - Diretoria de Projetos e Obras em conjunto com a equipe de limpeza	Lab. de Análise de Sementes	O local de armazenamento do resíduo deve ser definido pela SIN, e a equipe de limpeza terá a responsabilidade de reaproveitar a água em questão para a tarefa já realizada diariamente.

¹SIN: Superintendência de infraestrutura; ²LFQM: Laboratório de Física, Química e Matemática; ³CPVSA: Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido. ⁴SIPAC: Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos Fonte: Autoria própria (2020).

Como mencionado na metodologia, para os equipamentos laboratoriais de alto consumo de água não será determinado através da matriz GUT a prioridade das ações, mas os locais que precisam mais urgentemente de intervenção. Assim, é possível agir de forma estratégica nos laboratórios que mais desperdiçam água na universidade, e aplicar soluções adequadas para cada um deles. Desta forma foi atribuído valores de 1 a 5 para cada parâmetro da matriz (gravidade, urgência e tendência) de acordo com o que foi definido no item 4.2.3 da metodologia.

Na Figura 17, referente ao resíduo de água gerado por destiladores para cada litro de água destilada, são explanados os 5 intervalos iguais determinado pelo *software* QGIS para os dados identificados na pesquisa. Os intervalos foram utilizados para determinar os pesos para o parâmetro de gravidade na matriz GUT (Tabela 8).

Tabela 8: Adaptação dos parâmetros de gravidade da matriz GUT* para equipamentos de alto consumo de água

Volume de resíduo por litro de água destilada (resíduo.L_{destilado}⁻¹)	Peso
0 - 20	1
20 - 40	2
40 - 60	3
60 - 80	4
80 - 100	5

*GUT (gravidade, urgência e tendência)

Fonte: Autoria própria (2020).

A análise dos dados de desperdício gerado por mês pelos destiladores (Figura 19) foi utilizada para definição dos pesos de urgência. Os 5 intervalos em ordem crescente correspondem aos 5 pesos do parâmetro em mesma ordem (Tabela 9).

Tabela 9: Adaptação dos parâmetros de urgência da matriz GUT* para equipamentos de alto consumo de água

Volume de resíduo desperdiçado (L.mês⁻¹)	Peso
0 - 500	1
500 - 1.000	2
1.000 - 5.000	3
5.000 - 10.000	4
10.000 - 15.000	5

*GUT (gravidade, urgência e tendência)

Fonte: Autoria própria (2020).

Utilizando os dados encontrados pela frequência de utilização a partir dos questionários respondidos pelos técnicos de laboratório (Tabela 6), definiu-se 5 intervalos para determinar os pesos do parâmetro de tendência, explanados no Tabela 10.

Tabela 10: Adaptação dos parâmetros de tendência da matriz GUT* para equipamentos de alto consumo de água

Frequência de utilização (horas.semana⁻¹)	Peso
0 - 4	1
4 - 8	2
8 - 12	3
12 - 16	4
16 - 20	5

*GUT (gravidade, urgência e tendência)

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando a análise espacial de desperdícios por meio dos mapas confeccionados e as informações do item 5.1, adotaram-se os pesos dos parâmetros da matriz para os 10 destiladores que foram aplicados o questionário de frequência de utilização. Logo após, foram calculados os produtos destas notas definindo os locais de maior urgência para aplicação das ações, que correspondem aos laboratórios onde se encontram os 10 destiladores estudados. Na Tabela 11 observam-se os laboratórios em suas posições de prioridade, no que se refere a ações voltadas aos equipamentos laboratoriais.

Para aplicação das ações propostas é necessário um estudo mais detalhado sobre os projetos de irrigação e abastecimento da água residuária. Em decorrência das inúmeras variáveis para a implementação das ações, não foi possível elaborar um orçamento para tais.

Tabela 11: Priorização dos locais para as ações de gerenciamento do desperdício de água proveniente de destiladores nas centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido através da matriz GUT*

Bloco de laboratório	Equipamento	G	U	T	GxUxT	Prioridade
LFQM	G	3	5	5	75	1
Fitossanidade	E	3	4	3	36	2
Engenharias II	D	3	3	2	18	3
Lab. Construções Rurais	F	5	2	1	10	4
Prédio central	D	3	3	1	9	5
Prédio central	N	2	2	2	8	6
CPVSA	M	2	2	2	8	7
Prédio central	M	2	1	2	4	8
CPVSA	K	2	1	2	4	9
Lab. de Análise de Sementes	K	2	1	1	2	10

*GUT (gravidade, urgência e tendência);¹LFQM: Laboratório de Física, Química e Matemática; ²CPVSA: Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido.

Fonte: Autoria própria (2020).

5.3.2 PARTE 2: Gerenciamento da demanda das águas dos aparelhos hidrossanitários

A partir da inserção das informações do item 4.1.3.2 dos resultados no *software* QGIS, formou-se o panorama do desperdício de água no câmpus Mossoró gerado através dos vazamentos identificados nos aparelhos hidrossanitários (Figura 20). Assim como, a caracterização desses aparelhos, em: tipos de acionamento das torneiras (Figura 21) e o pertencimento de dispositivos poupadores de água do tipo arejadores (Figura 22); caracterização das bacias sanitárias quanto ao uso do tipo caixa acoplada (Figura 23) e de dispositivos *dual flush* (Figura 24); e caracterização dos mictórios quanto ao tipo de acionamento para descarga (Figura 25).

Por meio da Figura 21 é possível observar que a utilização de torneiras com acionamento automático não é uma tecnologia difundida no câmpus sede, sobretudo, em edificações novas como "Prédio das Engenharias", o qual também possui alta estimativa de vazamentos de 300-400 L.dia⁻¹ (Figura 20). Esse comentário também refere-se à Figura 26, com 13 edificações sem a presença de arejadores nas torneiras, e outros com baixas porcentagens. Cenário semelhante é observado para as bacias sanitárias, onde 17 das 24 centrais de aulas visitadas não possui nenhum dispositivo *dual flush* (Figura 24).

Figura 20: Desperdício diário de água decorrente de vazamentos hidrossanitários



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 21: Caracterização das torneiras quanto ao tipo de acionamento automático



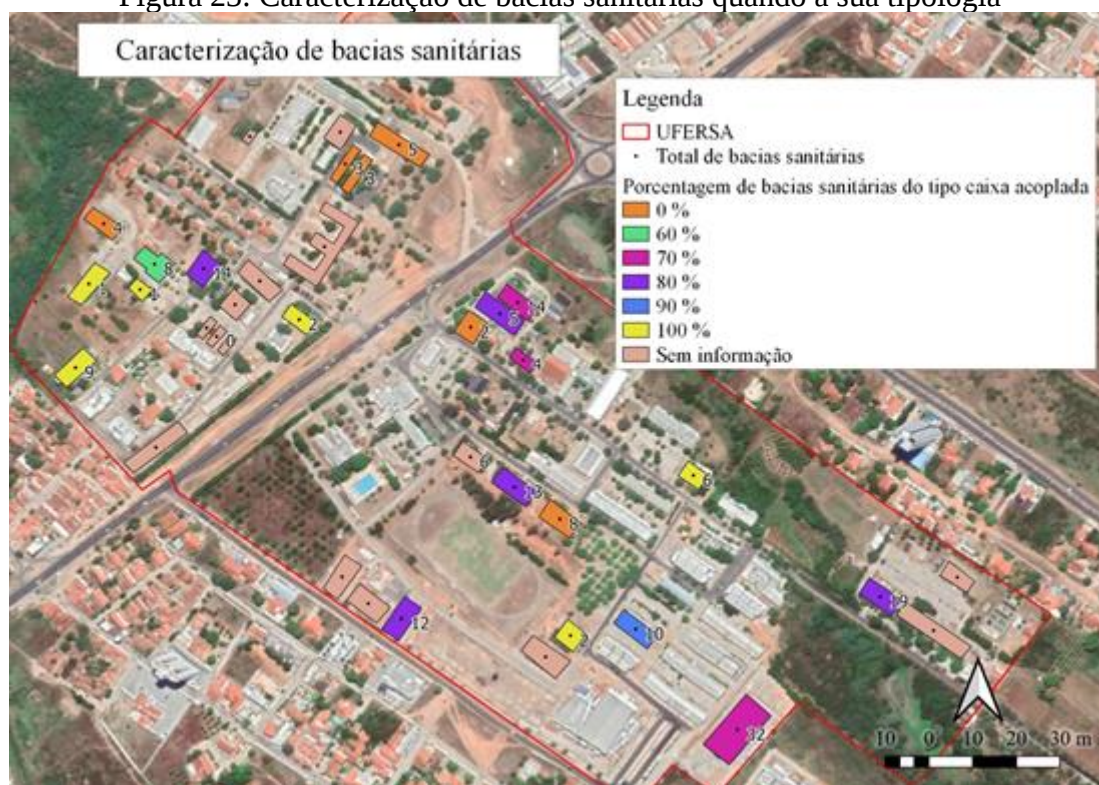
Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 22: Caracterização de torneiras quanto ao uso de dispositivos poupadores de água do tipo arejadores



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 23: Caracterização de bacias sanitárias quando a sua tipologia



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 24: Caracterização de bacias sanitárias com dispositivos poupadores de água do tipo *dual flush*



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 25: Caracterização dos mictórios



Fonte: Autoria própria (2020).

Através da análise espacial dos pontos críticos de desperdício de água, provenientes por vazamentos hidrossanitários, e com a caracterização dos pontos de consumo de água nas centrais de laboratórios pode-se elaborar as ações tecnológicas deste estudo, assim como medidas estruturantes e não-estruturantes através do método 5W2H, tendo como objetivo dar suporte ao gerenciamento da demanda de água da universidade com base em seu PLS. Especificamente para o caso de aparelhos hidrossanitários, baseou-se nos itens (i), (ii) e (iii) do PLS, em que trata da implementação de um sistema de monitoramento do consumo de água individualizado, da aquisição e utilização de dispositivos hidráulicos que promovam o uso eficiente da água e reduzam o seu desperdício, e implantação do plano para monitoramento e manutenção das instalações hidráulicas prediais e da rede de distribuição.

Aplicando o método 5W2H, no Quadro 5, foram sugeridas as ações, os responsáveis pela realização destas, os locais de intervenção e o procedimento a ser adotado de acordo com o diagnóstico da situação corrente na UFERSA câmpus sede.

Quadro 5: Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para implantação de ações de gerenciamento da demanda de água relacionados aos aparelhos hidrossanitários das centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (continua)

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia
<i>What? - O que?</i>	<i>Why? - Por que?</i>	<i>Who? - Quem?</i>	<i>Where? - Onde?</i>	<i>How? - Como?</i>
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de acionamento duplo	Equipamentos hidrossanitários convencionais demandam muita água	SIN ¹ – Diretoria de Manutenção e Serviços	CL-I ² , CPVSA ³ , Engenharias I, Engenharias II, Centro de Engenharias, Fitossanidade, CCBS - HCS ⁴ , Hospital Veterinário, LFQM ⁵ e LASAP ⁶	A SIN terá responsabilidade de realizar o levantamento e especificações necessárias para a ação. As trocas e manutenções previstas devem ser repassadas para empresa terceirizada contratada pela UFERSA para a realização do serviço, ficando responsável pela compra dos insumos e instalação, sendo nesse caso dispensada a licitação.
Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos de acionamento duplo			LTA ⁷ , NEA ⁸ , CL-I, CCBS – BIOCIÊNCIAS II, CPVSA, Lab. Construções Rurais, Engenharias 2, Hospital Veterinário, LFQM, Lab. Sementes e LASAP	
Substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo			Engenharia III, Fitossanidade e LCA	
Substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador			LTA, NEA, CL-I, CCBS – BIOCIÊNCIAS II ⁹ , CPVSA, Lab. Construções Rurais, Engenharia III, Centro de Engenharia, Engenharia I, Engenharia II, Fitossanidade, Hospital Veterinário, LCA ¹⁰ , LASAPSA ¹¹ , LFQM, Lab. Sementes e LASAP	
Instalação de arejadores nas torneiras de fechamento automático que não os possuem			CL-I, CPVSA, Engenharia I	
Substituição do registro de pressão do mictório por válvula de fechamento automático			CCBS – BIOCIÊNCIAS II, Engenharia II, Centro de Engenharia, Engenharia I, Fitossanidade, CCBS - HCS, LASAPSA, LCA, LFQM e LASAP	
Substituição do mictório coletivo por individual com válvula de fechamento automático			Fitossanidade	
Instalação de restritor de vazão nos chuveiros			NEA, LASAP, LFQM, Hospital veterinário, CCBS - HCS, Fitossanidade e Engenharia I	

¹SIN: Superintendência de infraestrutura; ²CL-I: Complexo de Laboratórios I; ³CPVSA: Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido; ⁴CCBS – HCS: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Habilidades Clínicas e Simulação; ⁵LFQM: Laboratório de Física, Química e Matemática; ⁶LASAP: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Planta; ⁷LTA: Laboratório de Tecnologia de Alimentos; ⁸NEA: Núcleo de Estudos Ambientais; ⁹CCBS – BIOCIÊNCIAS II: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Biociências II ¹⁰LCA: Laboratório de Conservação de Alimentos; ¹¹LASAPSA: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Plantas do Semi-Árido.

Fonte: Autoria própria (2020).

Quadro 5: Apresentação de ações, locais, responsáveis e metodologia a ser aplicada para implantação de ações de gerenciamento da demanda de água relacionados aos aparelhos hidrossanitários das centrais de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (continua)

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia
<i>What? - O que?</i>	<i>Why? - Por que?</i>	<i>Who? - Quem?</i>	<i>Where? - Onde?</i>	<i>How? - Como?</i>
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	Diminuir o desperdício de água por aparelhos hidrossanitários	SIN ¹ – Diretoria de Manutenção e Serviços	LTA ² , CL-I ³ , CITED ⁴ , CCBS – BIOCÊNCIAS II ⁵ , CPVSA ⁶ , Engenharia III, Engenharia II, Centro de Engenharias, Engenharia I, Fitossanidade, Hospital Veterinário, LASAPSA ⁷ , LCA ⁸ , LFQM ⁹ , Lab. Sementes e LASAP ¹⁰	A correção dos vazamentos deve ser requisitada na plataforma SIPAC ¹¹ . Entretanto, nem todas as pessoas possuem acesso à essa plataforma. Logo, a requisição deve ser encaminhada a quem possui acesso (detentores de SIAPE ¹²). Então, a correção dos vazamentos será feita pela empresa contratada, mais rápido possível
Implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas	Identificação de possíveis desperdícios de água	SIN (Gestão Ambiental, Diretoria de Projetos e Obras, Diretoria de Manutenção e Serviços)	Todas as edificações	É necessário haver um planejamento cauteloso para a implementação dessa ação, uma vez que a UFERSA não dispõe de mão de obra necessária para a implementação de programas desse tipo, segundo informações da SIN
Instalação de hidrômetros nas edificações	Impossibilidade de monitoramento do consumo de água em cada edificação	SIN		A SIN será responsável pelo levantamento, especificações e elaboração do edital de licitação. A empresa que aferir a licitação, será responsável pela instalação dos hidrômetros, sob supervisão dos engenheiros da SIN

¹SIN: Superintendência de infraestrutura; ²LTA: Laboratório de Tecnologia de Alimentos; ³CL-I: Complexo de Laboratórios I; ⁴CITED: Centro Integrado de Inovação Tecnológica; ⁵CCBS – BIOCÊNCIAS II: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Biociências II; ⁶CPVSA: Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido; ⁷LASAPSA: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Plantas do Semi-Árido; ⁸LCA: Laboratório de Conservação de Alimentos; ⁹LFQM: Laboratório de Física, Química e Matemática; ¹⁰LASAP: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Planta; ¹¹SIPAC: Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos; ¹²SIAPE: Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos.

Fonte: Autoria Própria (2020).

Considerando a análise espacial de desperdícios por meio dos mapas confeccionados, e a partir da metodologia proposta, foram atribuídos os pesos para determinação do valor de gravidade, urgência e tendência.

Os pesos da gravidade foram definidos a partir do volume médio de desperdício de água por vazamento e tipo de aparelho hidrossanitário (Tabela 12) de acordo com Gonçalves *et al.* (2005) (Quadro 3). O autor não identificou volumes de desperdício para duchas higiênicas, porém neste estudo também não foram encontrados vazamentos provenientes por elas na universidade, por isso definiu-se com menor peso tanto para gravidade, como para urgência.

Tabela 12: Adaptação dos parâmetros de gravidade da matriz GUT para aparelhos hidrossanitários

Componentes consumidores	Média de perda estimada [L.dia⁻¹]	Peso
Bacias sanitárias	60,5	5
Mictórios	60,5	4
Torneiras	20	3
Chuveiros	0,85	2
Duchas	0	1

Fonte: Autoria própria (2020).

A urgência foi determinada pelo panorama de volume total de água desperdiçado na universidade por tipo de aparelho hidrossanitário (Tabela 13), levando em consideração o aparelho que mais desperdiça água deve ser a prioridade de intervenção.

Tabela 13: Adaptação dos parâmetros de urgência da matriz GUT para aparelhos hidrossanitários

Componentes consumidores	Volume de água decorrente de vazamentos [L.dia⁻¹]	Peso
Bacias sanitárias	2.261,50	5
Torneiras	320	4
Mictórios	60,5	3
Chuveiros	0	2
Duchas	0	1

Fonte: Autoria própria (2020).

A tendência representa o potencial de crescimento do problema, a probabilidade dele se tornar mais agravante com o passar do tempo. Assim, as ações propostas pelo

5W2H definiram os pesos para tendência (Tabela 14), sendo a maior prioridade a ação que corrija as perdas já existentes (correção de vazamentos), em seguida ações que diminuam o consumo de água (instalação de dispositivos ou aparelhos poupadores) e por último as ações que sirvam para monitorar o consumo de água (instalação de hidrômetros e implantação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas).

Tabela 14: Adaptação dos parâmetros de tendência da matriz GUT* para aparelhos hidrossanitários

Ações propostas	Peso
Correção de vazamentos	5
Instalação de dispositivos poupadores de água (exemplo: dispositivos <i>dual flush</i> e arejadores)	4
Substituição de aparelhos convencionais por poupadores de água (exemplo: torneiras convencionais por automáticas e bacias sanitárias do tipo caixa de descarga externa por bacia sanitária com caixa acoplada e dispositivo <i>dual flush</i>)	4
Instalação de hidrômetros nas edificações	3
Implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas	3

* Gravidade, urgência e tendência

Fonte: Autoria própria (2020).

Logo após foram calculados os produtos destas notas, definindo a prioridade da execução das ações, voltadas aos aparelhos hidrossanitários, propostas a partir da matriz GUT (Tabela 15). A ação de maior prioridade foi a correção de vazamentos, sendo totalmente coerente, pois além de estar desperdiçando água sem interrupção, é um problema cuja gravidade só aumenta ao longo do tempo, tem a urgência de ser corrigido imediatamente e a tendência é se agravar caso não seja resolvido.

No estudo realizado por Araújo *et al.* (2019) em centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), câmpus Mossoró, ao propor cenários de substituição dos aparelhos convencionais por aparelhos poupadores em diversas combinações de troca, obteve como melhor resultado o cenário no qual todos os aparelhos foram trocados, com uma economia de aproximadamente 23%, uma redução significativa, sendo necessário apenas 4 meses para economizar o equivalente ao consumo de um mês.

Em relação ao orçamento para as ações propostas foi elaborado na Tabela 16 os custos envolvidos na implementação das ações de substituição de aparelhos convencionais por poupadores de água. Deste modo o investimento total para a implementação dessa ação é de R\$ 79.230,58.

Tabela 15: Priorização das ações de gerenciamento da demanda de água relacionados aos aparelhos hidrossanitários nas centrais de laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido através da matriz GUT*

Ações	G	U	T	GxUxT	Prioridade
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	5	5	5	125	1
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de acionamento duplo	5	5	4	100	2
Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos de acionamento duplo	5	5	4	100	3
Substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo	5	5	3	75	4
Instalação de arejadores nas torneiras de fechamento automático que não os possuem	3	4	4	48	5
Substituição do registro de pressão do mictório por válvula de fechamento automático	4	3	4	48	6
Substituição do mictório coletivo por individual com válvula de fechamento automático	4	3	3	36	7
Substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador	3	4	3	36	8
Instalação de restritor de vazão nos chuveiros	2	2	4	16	9
Instalação de hidrômetros nas edificações	2	2	2	8	10
Implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas	1	1	1	1	11

* Gravidade, urgência e tendência

Fonte: Autoria própria (2020).

Tabela 16: Custo para implementação das ações de intervenções nos aparelhos hidrossanitários nas centrais de laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Item	Descrição dos serviços	Unidade	Qnt.	Preço Unitário (R\$)	Preço (R\$)
1.1	Válvula de descarga com acionamento duplo	und	41,00	285,86	11.720,22
1.2	Reparo completo de acionamento duplo para caixa acoplada	und	85,00	147,21	12.513,22
1.3	Bacia sanitária de louça branca com caixa acoplada com acionamento duplo	und	8,00	516,24	4.129,91
1.4	Torneira de mesa com fechamento automático hidromecânico	und	261,00	143,10	37.348,87
1.5	Arejador de metal cromado	und	3,00	21,31	63,93
1.6	Válvula hidromecânica para mictório	und	33,00	227,01	7.491,38
1.7	Mictório individual	und	1,00	351,62	351,62
1.8	Restritor de vazão para chuveiro	und	21,00	38,52	808,94
1.9	Kit cavalete para medição de água - entrada principal, em pvc soldável, DN 20 mm + hidrômetro DN 20 mm, 1,5 m ³ por hora	und	24,00	200,10	4.802,48
Total (R\$)					79.230,58

Fonte: Autoria própria (2020).

Com todos os dados apresentados pode-se construir por completo o Quadro 6 contendo todos os resultados provenientes dos questionamentos propostos pela metodologia 5W2H, demonstrando as ações e metodologias para o uso racional da água em centrais de laboratórios.

Quadro 6: Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H (continua)

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia	Prioridade	Valor
What? - O que?	Why? - Por que?	Who? - Quem?	Where? - Onde?	How? - Como?	When? - Quando?	How much? - Quanto?
Correção de vazamentos nos aparelhos hidrossanitários	Diminuir o desperdício de água por aparelhos hidrossanitários	SIN ¹ – Diretoria de Manutenção e Serviço	LTA ² , CL-I ³ , CITED ⁴ , CCBS – BIOCÊNCIAS II ⁵ , CPVSA ⁶ , Engenharia III, Engenharia II, Centro de Engenharias, Engenharia I, Fitossanidade, Hospital Veterinário, LASAPSA ⁷ , LCA ⁸ , LFQM ⁹ , Lab. Sementes e LASAP ¹⁰	A correção dos vazamentos deve ser requisitada na plataforma SIPAC ¹⁴ . Entretanto, nem todas as pessoas possuem acesso à essa plataforma. Logo, a requisição deve ser encaminhada a quem possui acesso (detentores de SIAPE ¹⁵). Então, a correção dos vazamentos será feita pela empresa contratada, mais rápido possível	1	-
Substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvulas de acionamento duplo	Equipamentos hidrossanitários convencionais demandam muita água	SIN – Diretoria de Manutenção e Serviços	CL-I, CPVSA, Engenharias I, Engenharias II, Centro de Engenharias, Fitossanidade, CCBS - HCS ¹¹ , Hospital Veterinário, LFQM e LASAP	A SIN terá responsabilidade de realizar o levantamento e especificações necessárias para a ação. As trocas e manutenções previstas devem ser repassadas para empresa terceirizada contratada pela UFERSA para a realização do serviço, ficando responsável pela compra dos insumos e instalação, sendo nesse caso dispensada a licitação.	2	R\$ 11.720,22
Substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos de acionamento duplo			LTA, NEA ¹² , CL-I, CCBS – BIOCÊNCIAS II, CPVSA ¹³ , Lab. Construções Rurais, Engenharias II, Hospital Veterinário, LFQM, Lab. Sementes e LASAP		3	R\$ 12.513,22

¹SIN: Superintendência de infraestrutura; ²LTA: Laboratório de Tecnologia de Alimentos; ³CL-I: Complexo de Laboratórios I; ⁴CITEC: Centro Integrado de Inovação Tecnológica; ⁵CCBS – BIOCÊNCIAS II: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Biociências II; ⁶CPVSA: Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido; ⁷LASAPSA: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Plantas do Semi-Árido; ⁸LCA: Laboratório de Conservação de Alimentos; ⁹LFQM: Laboratório de Física, Química e Matemática; ¹⁰LASAP: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Planta; ¹¹CCBS – HCS: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Habilidades Clínicas e Simulação; ¹²NEA: Núcleo de Estudos Ambientais; ¹³CPVSA: Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido. ¹⁴SIPAC: Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos; ¹⁵SIAPE: Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos.

Fonte: Autoria própria (2020).

Quadro 6: Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H (continuação)

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia	Prioridade	Valor
<i>What? - O que?</i>	<i>Why? - Por que?</i>	<i>Who? - Quem?</i>	<i>Where? - Onde?</i>	<i>How? - Como?</i>	<i>When? - Quando?</i>	<i>How much? - Quanto?</i>
Substituição das bacias sanitárias com caixa de descarga externa por bacias sanitárias com caixa acoplada de acionamento duplo	Equipamentos hidrossanitários convencionais demandam muita água	SIN ¹ – Diretoria de Manutenção e Serviços	Engenharia III, Fitossanidade e LCA ²	A SIN terá responsabilidade de realizar o levantamento e especificações necessárias para a ação. As trocas e manutenções previstas devem ser repassadas para empresa terceirizada contratada pela UFERSA para a realização do serviço, ficando responsável pela compra dos insumos e instalação, sendo nesse caso dispensada a licitação.	4	R\$ 4.129,91
Instalação de arejadores nas torneiras de fechamento automático que não os possuem			CL-I ³ , CPVSA ⁴ , Engenharia I		5	R\$ 63,93
Substituição do registro de pressão do mictório por válvula de fechamento automático			CCBS – BIOCIÊNCIAS II ⁵ , Engenharia II, Centro de Engenharia, Engenharia I, Fitossanidade, CCBS - HCS ⁶ , LASAPSA ⁷ , LCA ⁸ , LFQM ⁹ e LASAP ¹⁰		6	R\$ 7.491,38
Substituição do mictório coletivo por individual com válvula de fechamento automático			Fitossanidade		7	R\$ 351,62

¹SIN: Superintendência de infraestrutura; ²LCA: Laboratório de Conservação de Alimentos; ³CL-I: Complexo de Laboratórios I; ⁴CPVSA: Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido.;

⁵CCBS – BIOCIÊNCIAS II: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Biociências II; ⁶CCBS – HCS: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Habilidades Clínicas e Simulação;

⁷LASAPSA: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Plantas do Semi-Árido; ⁸LCA: Laboratório de Conservação de Alimentos; ⁹LFQM: Laboratório de Física, Química e Matemática;

¹⁰LASAP: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Planta;

Fonte: Autoria própria (2020).

Quadro 6: Plano de intervenção elaborado por meio do método 5W2H (continuação)

Ação	Motivo	Responsável	Local	Metodologia	Prioridade	Valor
<i>What? - O que?</i>	<i>Why? - Por que?</i>	<i>Who? - Quem?</i>	<i>Where? - Onde?</i>	<i>How? - Como?</i>	<i>When? - Quando?</i>	<i>How much? - Quanto?</i>
Substituição das torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático e arejador	Equipamentos hidrossanitários convencionais demandam muita água	SIN ¹ – Diretoria de Manutenção e Serviços	LTA ² , NEA ³ , CL-I ⁴ , CCBS – BIOCÊNCIAS II ⁵ , CPVSA, Lab. Construções Rurais, Engenharia III, Centro de Engenharia, Engenharia I, Engenharia II, Fitossanidade, Hospital Veterinário, LASAPSA ⁷ , LCA ⁸ , LFQM ⁹ , Lab. Sementes e LASAP ¹⁰	A SIN terá responsabilidade de realizar o levantamento e especificações necessárias para a ação. As trocas e manutenções previstas devem ser repassadas para empresa terceirizada contratada pela UFERSA para a realização do serviço, ficando responsável pela compra dos insumos e instalação, sendo nesse caso dispensada a licitação.	8	R\$ 37.348,87
Instalação de restritor de vazão nos chuveiros			NEA, LASAP, LFQM, Hospital veterinário, CCBS - HCS ¹¹ , Fitossanidade e Engenharia I		9	R\$ 808,94
Instalação de hidrômetros nas edificações	Impossibilidade de monitoramento do consumo de água em cada edificação	SIN	Todas as edificações	A SIN será responsável pelo levantamento, especificações e elaboração do edital de licitação. A empresa que aferir a licitação, será responsável pela instalação dos hidrômetros, sob supervisão dos engenheiros da SIN	10	R\$ 4.802,48
Implementação de programa de acompanhamento e manutenção das instalações hidráulicas	Identificação de possíveis desperdícios de água	SIN (Gestão Ambiental, Diretoria de Projetos e Obras, Diretoria de Manutenção e Serviços)		É necessário haver um planejamento cauteloso para a implementação dessa ação, uma vez que a UFERSA não dispõe de mão de obra necessária para a implementação de programas desse tipo, segundo informações da SIN	11	-

¹SIN: Superintendência de infraestrutura; ²LTA: Laboratório de Tecnologia de Alimentos; ³NEA: Núcleo de Estudos Ambientais; ⁴CL-I: Complexo de Laboratórios I; ⁵CCBS – BIOCÊNCIAS II: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Biociências II; ⁶CPVSA: Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido; ⁷LASAPSA: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Plantas do Semi-Árido; ⁸LCA: Laboratório de Conservação de Alimentos; ⁹LFQM: Laboratório de Física, Química e Matemática; ¹⁰LASAP: Laboratórios de Análise do Solo, Água e Planta; ¹¹CCBS – HCS: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Habilidades Clínicas e Simulação.

Fonte: Autoria própria (2020).

Desde 1999 a Unicamp promove ações de combate ao desperdício de água semelhantes as propostas por esse estudo. Essas ações trouxeram uma significativa redução no consumo de água da universidade. Inicialmente, essa redução chegou a 45% e, no ano de 2014, a universidade registrou o volume de consumo equivalente ao de 1999, mesmo tendo a área construída no câmpus alcançado um crescimento de 20% no período (UNICAMP, 2014).

Em fevereiro de 2015, por força da crise hídrica que afetou o estado de São Paulo, a Unicamp tomou iniciativas para incentivar o consumo racional da água, ao lançar o Plano de Contingência, que é dirigido por três vetores: conscientização, racionalização e prevenção. Uma medida importante adotada após a instituição do plano foi a instalação de 3.850 arejadores nas torneiras do câmpus Barão Geraldo e o Programa Caça Vazamentos, promovendo uma economia de 23% no consumo de água e redução de R\$ 10.000.000,00 nas contas da universidade (UNICAMP, 2017), o que corrobora a prioridade das ações propostas.

A Universidade de Stanford na Califórnia, estado do oeste dos EUA, tem uma extensa história de esforços eficazes de conservação de água. Diante de uma crise hídrica em 2001, a universidade desenvolveu um plano diretor formal de conservação, reutilização e reciclagem da água, expandindo suas práticas sustentáveis. O sucesso do Programa de Conservação e Eficiência da Água de Stanford é demonstrado pela diminuição do uso doméstico de água de 9.842,07 m³.dia⁻¹, em 2001 para 5.678,12 m³.dia⁻¹, em 2019, mesmo com mais de 3 milhões de metros quadrados de novas instalações do câmpus adicionadas (STANFORD UNIVERSITY, 2019).

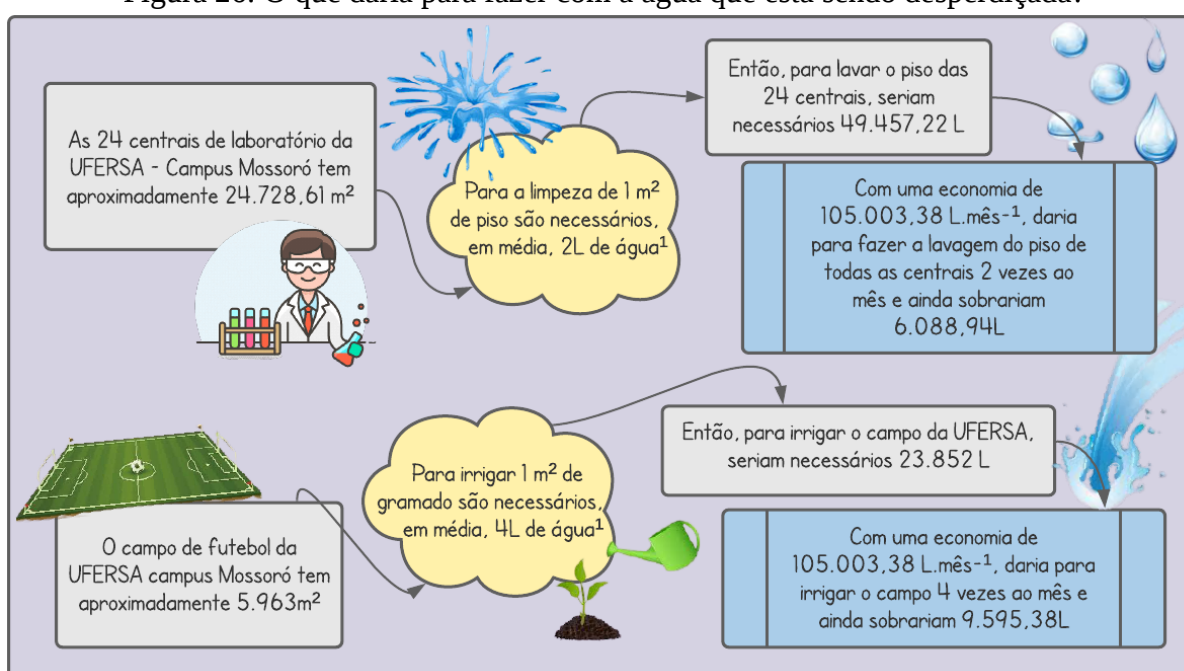
O Plano Diretor da Universidade de Stanford também sugere a utilização de mecanismos com inovação tecnológica para o uso de água reciclada em atividades como irrigação de gramados e jardins e descarga de bacias sanitárias, além de optar por plantas que necessitem de menos água em seu paisagismo, reduzir o uso doméstico de água em edifícios existentes, além da substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por poupadores de água (STANFORD UNIVERSITY, 2003).

Os ganhos ambientais decorrentes da adoção de medidas tecnológicas de gerenciamento da demanda de água são comumente estudados em universidades, a nível de simulação, como o presente estudo, ou após as intervenções. Melo *et al.* (2020) afirma que as centrais de aula da UFERSA poderiam reduzir seu consumo em 200,23 m³.mês⁻¹. Na Universidade Estadual da Paraíba, segundo Araújo (2018), o cenário com melhor viabilidade ambiental apresentou índice de redução de aproximadamente 38%. Já na Universidade

Federal de Goiás, conforme Gomes (2011), após a implantação de ações tecnológicas em um prédio da universidade, a redução no consumo de água foi na ordem de 30%.

A redução de $105.003,38 \text{ L.mês}^{-1}$ (aproximadamente $105 \text{ m}^3. \text{mês}^{-1}$) no consumo da UFERSA, proveniente de desperdícios de água em processos de destilação e vazamentos em aparelhos hidrossanitários nas 24 centrais de laboratórios, poderia suprir a demanda de água em diversas atividades na instituição. Alguns exemplos, nesse sentido, são apresentados na Figura 26.

Figura 26: O que daria para fazer com a água que está sendo desperdiçada?



¹Estimativas dadas por Tomaz (2001).

Fonte: Autoria própria (2020).

6 CONCLUSÕES

Por meio do estudo realizado gerou-se uma quantidade considerável de dados para uso na elaboração do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) em relação aos prédios laboratoriais que concentram grande consumo de água, principalmente na parte de desperdícios provenientes de aparelhos laboratoriais de alto consumo. Diante destes dados pode-se aferir que:

- As principais ações para resolução de problemas quanto a equipamentos de alto consumo de água culminaram para a preferência de aquisição de purificadores de água do tipo osmose reversa, já que esses geram um reduzido volume de resíduo, na ordem de 58 vezes menor em relação a destiladores convencionais de água, e reutilização do resíduo;
- Apenas 10 destiladores geram um desperdício de aproximadamente $26 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ de água. A pesquisa contabilizou 49 aparelhos de alto consumo hídrico. Se o padrão de consumo permanecer para os demais destiladores, estima-se que eles podem gerar mais $126 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ de resíduo de água. Esse volume poderia ser reaproveitado para lavagens de pisos e irrigações nas áreas verdes da universidade como por exemplo o pomar ou campo de futebol, e assim diminuir o consumo de água tratada que é fornecida pela concessionária;
- A correção de vazamentos foi a ação de maior prioridade para os aparelhos hidrossanitários, gerando um desperdício de água em torno de $79 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$. Apesar de ser um elevado volume de água, as chances de serem ainda maiores são grandes, visto que existem 37 centrais de laboratórios e esse volume foi quantificado apenas para 24 centrais;
- A disseminação para utilização de dispositivos poupadores de água na universidade foi a segunda ação de maior prioridade para esta categoria. Os aparelhos hidrossanitários em cenário geral apresentam condições aceitáveis para operação dos usuários, mas em relação aos aparelhos poupadores de água há um déficit em comparação aos aparelhos convencionais, observando que apenas 25% do total possuem algum tipo de dispositivo redutor de consumo. Como foi possível observar para utilização de dispositivos *dual flush* em bacias sanitárias, que em 17 as 24 centrais de aula, não se faziam presentes.

Desta forma há urgência em substituir os aparelhos convencionais e, assim, adquirir uma economia significativa no consumo de água nas centrais laboratoriais;

- A substituição dos aparelhos convencionais por dispositivos poupadores de água nas 24 centrais de laboratório ocasionaria um investimento aos cofres da universidade de R\$ 79.230,58, um preço baixo se comparado aos ganhos ambientais ocasionados pela ação.

O levantamento de dados quanto a frequência de utilização de aparelhos hidrossanitários e o consumo real de água dos prédios de laboratórios se mostrou de grande complexibilidade o tornando inviável, em virtude da inexistência de um padrão de população nesses locais, devido a paralização das aulas presenciais em decorrência da pandemia do COVID-19. Desta forma recomenda-se para trabalhos futuros a investigação desse consumo a partir de dados provenientes dos hidrômetros que estão sendo instalados na universidade.

De um modo geral a metodologia da pesquisa, que aliou a utilização de SIG com o método 5W2H e matriz GUT, se mostrou extremamente eficaz em detectar problemas e direcionar a proposição de soluções referentes ao gerenciamento da demanda de água em centrais de laboratório. Fornece subsídios essenciais e informações relevantes para elaboração de plano de gestão de logística sustentável na universidade, e se mostra completamente aplicável para os demais ambientes de uma instituição de ensino superior.

Ressalta que, nesta pesquisa, a água residuária de processos de destilação foi avaliada em aspectos quantitativos. Os aspectos de qualidade da água para fins de irrigação poderiam ser avaliados em futuros estudos.

REFERÊNCIAS

AGUAPURA – UFBA. **AGUAPURA ViaNet**, 2018. Disponível on-line: <www.teclim.ufba.br/aguapura>. Acesso em: 03 dez. 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. v. 1. Brasília: ANA, 2010.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019

ARAÚJO, A. J. C., VALE, Ê. R. R., CUNHA, L. M. P., GUEDES, M. J. F. Análise da viabilidade ambiental e financeira da implementação de alternativas tecnológicas de uso racional da água em câmpus universitário. In: 30º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente. **Anais**. São Paulo, 2019.

ARAÚJO, R. T. de. **Diretrizes para elaboração de plano de uso racional da água em instituições de ensino superior**. 2018. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – UFCG. Campina Grande, 2018.

BERTONCINI, M. E. S. N.; CAVASSIN, M. V. A regulação no setor de saneamento básico e o princípio da dignidade humana. **Relações Internacionais no Mundo Atual**, v. 1, n. 22, p. 252, 2019.

BRANDES, O. M.; KRIWOKEN, L. Changing Perspectives – Changing Paradigms: Taking the "Soft Path" to Water Sustainability in the Okanagan Basin. **Canadian Water Resources Journal**, v. 31, n. 2, p. 75-90, 2006.

BRASIL, **Lei Federal nº 11.155, de 29 de julho de 2005**. Dispõe sobre a transformação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM em Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA-RN e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11155.htm>. Acessado em: 15 de dez. 2020.

BRASIL, **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera as Leis nºs: 9.984, de 17 de julho de 2000, 10.768, de 19 de novembro de 2003, 11.107, de 6 de abril de 2005, 11.445, de 5 de janeiro de 2007, 12.305, de 2 de agosto de 2010, 13.089, de 12 de janeiro de 2015 e 13.529, de 4 de dezembro de 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm#:~:text=%E2%80%9CEstabelece%20as%20diretrizes%20nacionais%20para,Art.>. Acessado em: 15 de dez. 2020.

BRASIL, **Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9984compilado.htm>. Acessado em: 15 de dez. 2020.

BRASIL, **Lei Nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acessado em: 06 de jun. 2020.

BRASIL. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**. Instrução Normativa Nº 10, de 12 de novembro de 2012. Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências. DOU de 14/11/2012 (nº 220, Seção 1, pág. 113).

BRASIL. **Resolução RDC nº 302**, de 13 de outubro de 2005. Dispõe sobre Regulamento Técnico para funcionamento de Laboratórios Clínicos. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em:

<http://www.pncq.org.br/uploads/2012/09/RDC-302-2005.pdf> . Acesso em: 02 de dez. 2020.

BRUNO, L. O. Aplicabilidade de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) livres nas ciências ambientais: o uso do QGIS. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.** [online]. 2017, vol. 4, n. 8, p. 321-326. Disponível em: <<http://revista.ecogestaobrasil.net/v4n8/v04n08a07a.html>>. Acessado em: 03 de dez. 2020.

CAERN – Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte. **Dados operacionais**. Documento não publicado. 2018.

CAMPOS, V. N. O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente e Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 365-382, 2010.

CANDELORO, Raúl. **Não Tenha Dúvidas: Método 5W2H**. Disponível em <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/nao-tenha-duvidas-metodo-5w2h/26583/>>. 2008.

CARLESSO, F.; TAVARES, R. G. Diagrama de Ishikawa e 5W2H como ferramentas de gestão da qualidade em laboratórios de análises clínicas. **Rev. bras. anal. clín.**, v. 46, p. 74–79, 2014.

CARLI, L. N.; CONTO, S. M.; BEAL, L. L.; PESSIN, N. Racionalização do uso da água em uma instituição de ensino superior - Estudo de caso da universidade de Caxias do Sul. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 2, p. 143-164, 2013.

CAZAES, T. R. S.; CRUZ, R. G.; FIRST, A. K; GONÇALVES, M. S. Conservação de água em edificações universitárias. Fatores que influenciam o consumo e critérios para sua avaliação: comparação de três unidades da UFBA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 7, n. 7, p. 75, 2019.

COLETTI, J.; BONDUELLE, G. M.; IWAKIRI, S. Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamelas para pisos de madeira engenheirados com uso de ferramentas de controle de qualidade. **Acta Amazonica**, 2010.

COSTA, A. D. F. **Panorama de consumo e desperdício de água em restaurante universitário**. 2020. 48p. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal Rural Do Semi-Árido. Pau dos Ferros, 2020.

CRUZ, M. A. **Medidas reduzem em 21,5% o consumo de água**. Publicação na Semana 173 da Unicamp. 2001. Disponível on-line: www.unicamp.br. Acesso em: 30 de mar. 2020

FÁVERI, R.; SILVA, A. Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos. **Revista Ordem Pública**, v. 9, n. 1, p. 93-107, 2016.

FUJIMOTO, R. K.; NUNES, S. S.; ILHA, M. S. O. Análise dos testes de detecção de vazamentos em bacias sanitárias. In: Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, 9., 2002, São Paulo. **Anais...** Foz do Iguaçu: Faculdade de Foz do Iguaçu, p. 1-10, 2002.

GAUTÉRIO, B. C., & SARTORIO, L. F. O Uso de Geotecnologias para Educadores Ambientais: elaboração de mapas temáticos para uso em sala de aula. **REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental**, v. 37, 264–277, 2020.

GLATER, J. The early history of reverse osmosis membrane development. **Desalination**, Swansea, v. 117, n. 117, p. 297-309, 1998.

GOMES, M. I. L. **Implantação de um programa de uso racional de água na Universidade Federal de Goiás: estudo de caso – edifício da reitoria**. 93p. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Meio Ambiente). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2011.

GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O.; AMORIM, S. V.; PEDROSO, L. P. Indicadores de Uso Racional da Água para Escolas de Ensino Fundamental e Médio. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 63, 2005.

GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: **ABES**, 2006. p. 1-28.

GRINDSTED, T. S. Sustainable Universities: From Declarations on Sustainability in Higher Education to National Law. **Environmental Economics**, v. 2, n. 2, p. 29-36, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. 2019. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/mossoro.html>>. Acesso em: 26 de maio de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. 2020. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/mossoro.html>>. Acesso em: 15 de dez de 2020.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu município**. 2008. Disponível em: <idema.rn.gov.br>. Acesso em: 26 de maio de 2020.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O administrador racional**. São Paulo: Atlas, 1981.

LISBÔA, M. G. P.; GODOY, L. P. Aplicação do Método 5W2H no Processo Produtivo do Produto: A Joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, 2012.

MAPA. Determinação de Nitrogênio Total em Leite e derivados Lácteos pelo método de Micro-Kjedahl. 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/credenciamento-e-laboratorios-credenciados/legislacao-metodos-credenciados/arquivos-metodos-da-area-poa-iga/met-poa-11-02-proteinas.pdf> . Acesso em: 03 dez. 2020.

MARCKMANN, K.; TUBINO, R. M.; KRELING, M. T.; CAMPANI, D. B. Propostas para Redução de Desperdícios Ambientais numa Universidade Pública – Projeto de Reutilização de Água de Destiladores no CT - Leamet. In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente **Anais [...]**. Bento Gonçalves/RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2012.

MARCONI. **MA255 destilador de água em inox tipo pilsen (5,5l/h)**, 2016. Disponível em: <http://www.marconi.com.br/produto/113/destilador-de-agua-em-inox-tipo-pilsen-5445lh>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2020.

MARINHO, M. B.; FREIRE, M. T. M.; KIPERSTOK, A. O Programa AGUAPURA de racionalização do consumo de água da Universidade Federal da Bahia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 3, 481-492, 2019.

MARSHALL JÚNIOR, I.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A.V.; MOTA, E.B.; LEUSIN, S. **Sistema de Gestão da qualidade**. 9ed. Rio de Janeiro: editora FGV, 2008.

MARTE. **Destilador de água Pilsen 10l**, 2014. Disponível em: <http://www.marte.com.br/produto/372/destilador-de-agua-pilsen-10l>>. Acesso em: 05 de fev. 2020.

MEDEIROS, R. C.; STORCK, W. R.; VOLPATTO, F. Gestão da água de descarte de destiladores de água em Laboratórios de uma IES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 8., 2017 Campo Grande. **Anais [...]**. Mato Grosso do Sul: IBEAS, 2017. p.1-4, 2017.

MELO, J. A. B.; VALE, E. R. R.; ARAÚJO, A. J. C.; GUEDES, M. J. F. AVALIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS. In: V CONAPESC – Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciência, 2020, Campina Grande. **Anais**.

MONGKHONVANIT, P.; RUKSPOLLMUANG, C.; SILALAI, N.; PHITTHAYANON, C. Water conservation and management: Case study in Siam University. **E3S Web of Conferences**, v. 48, p. 1–4, 2018.

MORAES, A. S.; MORAES, A. O. **Racionalização do uso de água em instituições de ensino superior: estudo de caso do sistema de destilação da escola de engenharia da UFF**. 2015. 77 p. Projeto Final de Graduação – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/1602/1/PROJETO%20FINAL_Alanna%20e%20Anelize.pdf>. Acesso em: 17 de ago. 2020.

MORAIS, B. OLIVEIRA, B. A. S.; OLIVEIRA, P. S.; TEIXEIRA, M. C.; MIRANDA, L. C.; LEITE, S. O. Implantação de sistemas de reutilização da água descartada pelos destiladores do Instituto Federal de Minas Gerais câmpus Bambuí. **Seminário de Iniciação científica - IFMG, Câmpus Bambuí**, 2018.

NAKAGAWA, A. K. **Caracterização do consumo em prédios universitários: o caso da UFBA**. 2009. Dissertação de Mestrado (Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo). UFBA. Salvador, 2009.

NAKAGAWA, M. **5W2H – Plano de ação para empreendedores**. In: SEBRAE. 2014. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf>>. Acesso em: 01 de jun. 2020.

NASCIMENTO, F. G. R.; LUCENA, C. M. L.; FREIRE, L. L. Reuso em laboratórios de análises ambientais: desperdícios e custos da água residual de destiladores. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 2, p.578-594. 2019.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para implementação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

ONU – Organização das nações unidas. **Making every drop count: an agenda for water action**, 2018. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/17825HLPW_Outcome.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

PEIXINHO, F. GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Revista Águas Subterrâneas**, 2010.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia Completo**. 2011. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>> Acesso em: 04 jun. 2020.

PESTANA, M. D.; VERAS, G. P.; FERREIRA, M. T. M.; DA SILVA, A. R. Aplicação integrada da matriz GUT e da matriz da qualidade em uma empresa de consultoria ambiental. Um estudo de caso para elaboração de propostas de melhorias. **GESTÃO DE SERVIÇOS**, v.2 p. 6-15, 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil: Feevale, 2013.

PURA-USP – Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. 2020. Disponível on-line: < www.pura.usp.br/>. Acesso em: 03 de dezembro de 2020.

QUIMIS. **Destilador de água tipo Pilsen**, 2014. Disponível em: <<http://www.quimis.com.br/produtos/detalhes/destilador-de-agua-tipo-pilsen>>. Acesso em: 05 de fev 2020.

Relatório de Gestão UNICAMP 2013-2017. 2017. Disponível on-line: <<https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/2017->

[04/RELATORIO_GESTAO_2013-17_TJ_WEB_170425_03.pdf](#)> Acesso em: 30 de março de 2020.

ROSA, A. M. R.; GUARDA, V. L. M. Gestão de recursos hídricos no Brasil: um histórico. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 9, n. 2, p. 197-220, 2019.

SANTOS, J. S. Elaboração de mapas temáticos com estudantes do Ensino Médio através do QGIS. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 5, n. 12, 2019.

SAVENIJE, H. H. G.; VAN DER ZAAG, P. Water as an economic good and demand management: Paradigms with pitfalls. **Water International**, 2002.

SILVA, A. D.; RORATTO, L.; SERVAT, M. E.; DORNELES, L.; POLACINSKI, E. Gestão da Qualidade: Aplicação da Ferramenta 5W2H como Plano de Ação para Projeto de Abertura de uma Empresa. **Faculdade Horizontina – FAHOR**, 2013.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários. **Ambiente Construído**, 2006.

SILVA, L.C. da. Universidades em busca da sustentabilidade: Uma estrutura teórica a partir da literatura. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2014, Rio de Janeiro. **Anais do X Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. Disponível em <https://www.inovarse.org/sites/default/files/T14_0419_5.pdf>. Acesso em 01 dez. 2020.

SILVA, M.; SILVA, K. S.; ANGELINI, P. L.; OLIVEIRA, A. P. Reuso da água de refrigeração de destiladores para lavagem de vidrarias em laboratórios de ensino do IFMT câmpus Cuiabá Bela Vista. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, p. 1–5, 2012.

SOLAB. **SL-71 - Destiladores de Água tipo pilsen**, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.solabcientifica.com.br/equipamentos/destiladores-agua/sl-71-destiladores-de-agua-tipo-pilsen-5-e-10-litros>>. Acesso em: 05 de fev. 2020.

SOLAB. **SL-72/5 - Destilador de Água em Vidro**, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.solabcientifica.com.br/equipamentos/destiladores-agua/sl-72-5-destilador-de-agua-em-vidro>>. Acesso em: 05 de fev. 2020.

STANFORD UNIVERSITY. **Water Conservation, Reuse and Recycling Master Plan**. 2003. Disponível em: <https://suwater.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj7756/f/finalstanfordconservation_recommendations_plan10_16_0331.pdf>. Acesso em: 20 de jun. 2020.

STANFORD UNIVERSITY. **Water Efficiency at Stanford**. 2019. Disponível em: <<https://suwater.stanford.edu/efficiency-overview>>. Acesso em: 20 de junho de 2020.

STUDART, T. M. C.; CAMPOS, J. N. B. **Gestão de Águas: Princípios e Práticas**, p. 242p., 2001.

TECNAL. **Destiladores de água tipo pilsen TE-2755**, 2014. Disponível em: <http://tecnal.com.br/pt-BR/produtos/detalhes/5252_destilador_de_agua_tipo_pilsen>. Acesso em: 05 de fev. 2020.

TOMAZ, P. **Economia de água para empresas e residências**. Um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo: Navegar Editora, 2001.

TRUCOLO, A. C.; TALASKA, T. T.; DE ASSUMPÇÃO, V. T.; CHAGAS FILHO, J. G. A. Matriz GUT para priorização de problemas–Estudo de caso em empresa do setor elétrico. **Revista Tecnológica**, v. 5, n. 2, p. 124-134, 2016.

UFERSA– Universidade Federal Rural do Semi-Árido. **Nossa História**. 2014a. Disponível em: <<https://reitoria.ufersa.edu.br/nossa-historia/>>. Acesso em: 26 de maio de 2020.

UFERSA– Universidade Federal Rural do Semi-Árido. **Ufersa em números**, 2019. Disponível em: <<https://numeros.ufersa.edu.br/graduacao/>>. Acesso em: 01 de dez. 2020.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. **Medidas para enfrentar o desabastecimento de água**, 2014. Disponível on-line: <<https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2014/10/22/medidas-para-enfrentar-desabastecimento-de-agua>> . Acesso em: 30 de mar. 2020.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. **Projetos de eficiência energética e de redução de consumo de água**, 2020. Disponível on-line: <https://www.prefeitura.unicamp.br/servicos/divisao-de-sistemas/dsis-projetos-reducao-agua-energia>. Acesso em: 03 de dez. 2020.

VALE, Ê. R. R. do. **Uso racional da água em edifícios públicos: diretrizes para elaboração de um plano de ação**. 2019. 117p. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2019.

VENTURA, K. S.; SUQUISAQUI, A. B. V. Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos. **Ambiente Construído**, 2020.

VIEIRA, Z. M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R. Análise de Conflitos: Apoio à Decisão no Gerenciamento da Demanda Urbana de Água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**, v. 10, n. 3, p. 23-35. 2005.

WEF – Water Environment Federation. **Membrane Systems for Wastewater Treatment**. McGraw-Hill: Alexandria, Virginia, 2006.

APÊNDICES

Apêndice A

FORMULÁRIO PARA LABORATÓRIO

Nome do laboratório: _____

Nome do bloco: _____

Nome do técnico: _____

Data: ____/____/____

1) Frequência do uso de equipamentos

Qnt.	Equipamento	Frequência de uso / Quebrado?	Tempo de utilização

2) Frequência do uso das torneiras

Modelo	Frequência de uso (min/dia) – Período (semana/mês)		
	Situação de pico	Situação atenua	Situação normal

3) Você propõe alguma solução para reutilização da água?

Apêndice C

FORMULÁRIO PARA CENTRAIS DE LABORATÓRIOS

Nome do bloco: _____

Câmpus: () Leste () Oeste

Data: ____/____/____

1) Funcionamento dos aparelhos sanitários dos banheiros

Local: _____

Torneira					
Marca	Qty.	C/ Vazamento	C/ aerador	Acionamento automático	
Bacia sanitária					
Marca	Qty.	C/ Vazamento	Dual flush	Válvula	Caixa acoplada
Mictório					
Marca	Qty.	C/ Vazamento	Automático		
	Qty.	C/ Vazamento			
Ducha					
Chuveiro					

2) Ambientes comuns, a exemplo de copa.

Torneira				
Marca	Qty.	C/ Vazamento	C/ aerador	Acionamento automático

3) Funcionamento dos chuveiros de emergência

Item	Local	Funciona?

4) Bebedouros

5) Vazão das torneiras para um tempo de 30 segundos.

Marca	Quantidade	Volume (ml) / 30s	Vazamento?	Aerador?	Tempo de utilização

6) Observações
